

BULLETIN
OF THE
TOHOKU NATIONAL AGRICULTURAL
EXPERIMENT STATION
MORIOKA, JAPAN

東北農業試験場研究報告

第 1 3 号

昭和 33 年 3 月

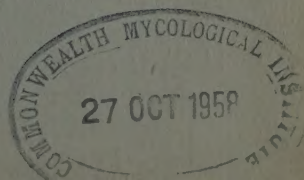
東北農試
研究報告

*Bull. Tohoku
Agr. Expt. Sta.*

農 林 省 東 北 農 業 試 験 場

(岩手県盛岡市)

	NSP	
✓	RAM	
	MM	



目 次

東北地方における水稻品種の感光性及び感温性について……………	加 藤 一 郎…………	1
腐植質水田における土壌条件とイモチ病に関する研究		
第1報 挿秧前の灌水期間とイモチ病との関係……………	徳 永 芳 雄…………	12
	古 田 力	
腐植質水田における土壌条件とイモチ病に関する研究		
第2報 土壌の酸化還元電位とイモチ病との関係……………	徳 永 芳 雄…………	19
	古 田 力	
水稻主要害虫に対する殺虫剤の使用法に関する研究		
第1報 イネカラバエの防除効果に及ぼすデイルドリン乳剤の 散布液量と濃度との関係……………	湖 山 利 篤…………	26
	堀 口 治 夫	
青森県上北地方の土壌について……………	本 谷 耕 一…………	32
	石 川 昌 男	
段丘土壌の生成とその性質に関する研究……………	本 谷 耕 一…………	41
	石 川 昌 男	
白菜新品種のあさひ、みちのくの育成経過と特性……………	中 川 春 一…………	64
	上 村 昭 二	
	佐 藤 勇	
	逸 見 俊 五	
りんごの葉分析に関する研究		
第3報 葉中成分と果実の着色との関係……………	巢 山 太 郎…………	73
	森 英 男	
りんごのN栄養に関する研究		
第2報 時期別N供給制限がりんご樹の生育、果実の形質 並びに無機養分の吸収に及ぼす影響……………	森 英 男…………	80
	山 崎 利 彦	
仔付母豚の飼養標準に関する試験……………	栗 原 武…………	93
	和 島 昭一郎	
	辻 浦 亀 松	

水田裏作の作業技術に関する研究

第1報 労働の場としての畦について	涌井学	113
	高橋幸蔵	
	池田一朝	
	月舘鉄夫	
	金田一禎造	

水田裏作の作業技術に関する研究

第2報 作物生育の場としての畦について	涌井学	136
	高橋幸蔵	
	池田一朝	
	月舘鉄夫	
	金田一禎造	

酪農経営設計に関する研究

——青刈作物の時期的利用計画設計のための計測方法について——	中西三郎	156
--------------------------------	------	-----

技術導入に関する研究 1.

——技術滲透と経営構造——	鈴木福松	160
	田中俊	
	秋元勇	

CONTENTS

On the responses to day length and temperature of paddy rice varieties in Tohoku region, Japan	I. KATO.....	1
Studies on the blast disease of rice in humus rich paddy field, with special reference to soil conditions		
1. Influence of the irrigation period before the transplanting of rice seedlings upon the occurrence of blast disease	Y. TOKUNAGA and T. FURUTA.....	12
Studies on the blast disease of rice in humus rich paddy field, with special reference to soil conditions		
2. Influence of the oxidation reduction potentials of soil upon the occurrence of rice blast	Y. TOKUNAGA and T. FURUTA.....	19
Studies on the application of insecticide to some pests of rice		
1. Relation of spraying concentration and volume of dieldrin in control on the rice stem maggot, <i>Chlorops oryzae</i> MATSUMURA	T. KOYAMA and H. HORIGUCHI.....	26
Soil properties in Kamikita, Aomori prefecture	K. HONYA and M. ISHIKAWA.....	32
Studies on the formation and properties of soil on terrace	K. HONYA and ISHIKAWA.....	41
The new chinese cabbage varieties 'Asahi' and 'Michinoku'	H. NAKAGAWA, S. KAMIMURA, I. SATO and S. HENMI.....	64
Studies on leaf analysis of apple trees		
3. The relation of leaf N, P, K to fruit color of apples	T. SUYAMA and H. MORI.....	73
Studies on the nitrogen nutrition of apple trees in water culture		
2. The effects of restricted nitrogen supplies at various nutrients absorption of bearing apple trees	H. MORI and T. YAMAZAKI.....	80
Studies on the feeding standard for brood sow.	T. Kurihara, S. Wajima and K. Tsujiura.....	93
Studies on the cultivating system of winter cropping on paddy fields		
1. On the function of ridges in case of working grounds	M. WAKUI, K. TAKAHASHI, K. IKEDA, T. TSUKIDATE and T. KINDAICHI.....	113

CONTENTS

Studies on the cultivating system of winter cropping on paddy fields	
2. On the function of ridges in case of growing grounds of crops	
..... M. WAKUI, K. TAKAHASHI, K. IKEDA, T. TSUKIDATE and T. KINDAICHI.....	136
Studies on the planning of dairy farming on a calculation method for	
planning the seasonal utilization of soil crops.....	S. NAKANISI.....156
Studies on the processes and effects of introducing the improved	
techniques of farming to farms, 1	
..... F. SUZUKI, T. TANAKA and I. AKIMOTO.....	160

東北地方における水稻品種の 感光性及び感温性について

加 藤 一 郎

On the responses to day length and temperature of
paddy rice varieties in Tohoku region, Japan

Ichiro KATO

1. 緒 言

地理的に南北に長いわが国では、東北地方は高緯度にあるため、低温・長日の環境に適応した品種が分布し、当地方で栽培されている品種は全国的にみると概して早生種に属し、短日感応性が低く、感温性の高いものが多いといわれている。

東北地方は気象的にも稲作期間が短かく、秋冷の早い地帯であるため、冷害を防止し、稲作を安全化するためには、水稻の出穂期を安定させることが必要である。近頃唱道されている晩植栽培、早植栽培、二期作栽培等の実施に当つても、品種の選択上出穂期の特異性を充分に認識する必要がある。

このような水稻品種の出穂期を支配する要因は、品種固有の遺伝的性質としての感光性及び感温性であることはいうまでもないが、現在東北地方に栽培されている主要品種及び最近育成された品種・系統は、その大部分が感光性・感温性共に不明であつたので、1951年以降これらを明らかにすると共に遺伝機構をも推定しようとして研究を行つてきた。その成績の一部はすでに報告したものもあるが、^{17) 18)} 1951年から1955年に至る5カ年の成績を通覧してみると、試験年次の異なることによつて品種の感光性及び感温性程度に若干の差異を生ずることが認められた。これは年次によつて気象条件が異り、処理条件にも若干の変更があつたためと考えられるので、過去に供試された多数の品種のうち、東北地方の稲作試験上必要と考えられる152品種を選び、1956年に同一の日長及び温度条件に対する反応を調査した。

本報の取まとめに当り御支援を賜つた佐藤場長並びに徳永栽培第一部長及び懇切な御指導と校閲の労を戴いた岡田・永井両技官の各位に深く感謝の意を表する。

2. 材料及び方法

この試験に供試された品種は、次の152品種である。括弧内は品種の試験番号を示す。

東北地方に栽培される水稻梗種；86(1~86)

” 糯種；11(87~97)

草型遺伝群品種(中生梗種)；8(98~105)

出穂期遺伝群品種(梗種)；23(106~128)

稲熱病耐病性に関係ある外国種；24(129~152)

試験区及び処理の概要は次の通りである。

- 1) 自然区(N) 自然状態で栽培した。本年の気象は苗代初期に低温であつたが、中期以降は好天にめぐまれて、挿秧期の苗の生育は平年並であつた。本田期には、6月下旬から7月中旬にかけて気温が低く、草丈の伸長が抑制され、多蘖型の生育を示したが出穂期はやや良好な天候となり、平年並に経過した。
- 2) 短日区(S) 6月22日から8月1日まで、1日9時間(午前8時~午後5時)、曝光し、その他は換気装置のついた木製暗箱で遮蔽した。
- 3) 長日区(L) 同上期間25平方尺に1個の割合で60W 昼光色電球を点じ、1mの高さから終夜照明を行つた。電球直下の植物体が受ける照度は約300Luxである。
- 4) 高温区(T) 出穂に至るまで硝子室内で栽培した。育苗期間中の温床内の温度は、自然区に比較すると最高気温で13.4℃、最低気温で7.8℃高く、6・7・8月の硝子室内の最高気温は、自然区に比較して平均8.5℃高く、最低気温は平均3.9℃高かつた。
- 5) 高温短日区(ST) 出穂に至るまで硝子室内で栽培し、6月22日から8月1日まで二重布製暗幕を使用して2)区と同様に短日処理を行つた。遮蔽時には暗幕内の温度は3℃前後高い値を示した。

自然・短日及び長日区の試験材料は、4月25日に坪当3合播として普通水苗代で養成し、苗調査の結果生育均齊な個体を選抜して6月9日に感光性検定のための特設圃に1本植とした。1区個体数は5個体として標準区法を用い、10区毎に標準区を設けて、地力その他の環境条件による変異を考慮した。

高温区及び高温短日区の試験材料は、4月25日に坪当3合播として電熱温床で養成し、苗調査を行って生育均齊な個体を選び、5月30日に5万分の1ワグネルポットに挿植した。1区1ポット制とし、1ポット2本立として出穂に至るまで硝子室内で栽培した。尚、ポット試験の対照区は、圃場とポットとの出穂期の差が1日程度であることを確かめたので、特設圃の自然区をこれに当てた。

特設圃の施肥量は、反当堆肥300貫、硫安5貫、過石4貫、塩加1貫の割合で施し、ポット試験では、1ポット当り硫安2.4g、過石3.0g、塩加0.9gを施用した。

出穂期の調査は、毎日一定時に調査して出穂札をつけ

全個体の平均出穂日をもつてその品種の出穂期とした。

その他、主稈節数、気温等の調査を行い、病害虫防除のためホリドール、セレサン石灰を適時撒布した。

3. 試験結果

試験区別に各品種の出穂期を調査して、播種から出穂期に至るまでの日数を出穂日数と称し、自然区出穂日数をN、短日区出穂日数をS、長日区出穂日数をL、高温区出穂日数をT、高温短日区出穂日数をSTとした。従つて、N-Sは短日促進日数、L-Nは長日遅延日数、N-Tは高温促進日数、T-STは高温下の短日促進日数、S-STは短日下の高温促進日数、N-STは出穂変異日数を示す。

品種間の感光性及び感温性程度を比較するには、以上のような出穂変異日数をもつてする場合があるが、これは、品種の早晚性によつて真の感光・感温性がゆがめられるおそれがあるので、原⁷⁾によつて提唱された次の方法を用いることにした。

$$\text{短日促進率} = \frac{N - S}{N} \times 100 \quad (\text{Sensitivity coef. for short day})$$

$$\text{長日遅延率} = \frac{L - N}{N} \times 100 \quad (\text{for long day})$$

$$\text{高温促進率} = \frac{N - T}{N} \times 100 \quad (\text{for high temp.})$$

$$\text{高温短日促進率} = \frac{N - ST}{N} \times 100 \quad (\text{for short day \& high temp.})$$

N = No. of days from seeding to heading under normal condition.

S = " under 9h. condition.

L = " under 24h. condition.

T = " under high temp. condition.

ST = " under short day & high temp. condition.

この方法によつて算出された数値を、次の基準に従つて分類し、各品種の感光性及び感温性程度の階級を示したのが第1表である。

i) Sp, Lp, Ht, HtS の階級区分

階級	%区分	階級	%区分
O	0 以下	Ⅲa	20~24
Ia	0~4	Ⅲb	25~29
Ib	5~9	Ⅳa	30~34
Ⅱa	10~14	Ⅳb	35~39
Ⅱb	15~19	Va	40~44

Sp = Degrees of sensitivity to short day.

Lp = " to long day.

Ht = " to high temp.

HtS = " to short day & high temp.

ii) K₁の階級区分

階級	ST区出穂日数	階級	ST区出穂日数
O	70~79	Ⅲ	100~109
I	80~89	Ⅳ	110~119
Ⅱ	90~99	V	120~129

K₁ = Degrees of vegetative growth period under the short day & high temperature condition.

iii) CMの分類基準

S...短日促進率が10%以上のもの

(More than 10% of sensitivity coef. for short day.)

s...短日促進率が10%以下のもの

(Less than 10% of sensitivity coef. for short day.)

L……長日遅延%が10%以上のもの

(More than 10% of sensitivity coef. for long day.)

I……長日遅延%が10%以下のもの

(Less than 10% of sensitivity coef. for long day.)

T……高温促進%が10%以上のもの

(More than 10% of sensitivity coef. for high temp.)

t……高温促進%が10%以下のもの

(Less than 10% of sensitivity coef. for high temp.)

第 1 表 東北地方水稻品種の感光・感温性程度

Table 1. Degrees of sensitivity to day length and temperature of paddy rice varieties in Tohoku region.

試 験 番 号	記 号 項 目 種 名 分	N	N-S	L-N	N-T	N-ST	ST	Sp	Lp	Ht	HtS	K ₁	CM
		自然 出穂 日数	短日 促進 %	長日 遅延 %	高温 促進 %	高促 温短 日%							
1	農 林 1 号	107.8	0.7	20.6	10.5	11.9	95.0	Ia	IIIa	IIa	IIa	II	sLT
2	" 10 号	133.2	26.9	2.9	9.2	33.2	89.0	IIIb	Ia	Ib	IVa	I	SLt
3	" 14 号	121.8	20.4	11.8	2.3	25.3	91.0	IIIa	IIa	Ia	IIIb	II	SLt
4	" 16 号	111.1	10.5	13.2	7.7	17.2	92.0	IIa	IIa	Ib	IIb	II	SLt
5	" 17 号	110.7	5.1	12.9	8.3	14.6	94.5	Ib	IIa	Ib	IIa	II	sLt
6	" 21 号	119.0	16.0	14.3	9.7	21.4	93.5	IIb	IIa	Ib	IIIa	II	SLt
7	" 24 号	113.4	10.8	16.6	5.2	15.3	96.0	IIa	IIb	Ib	IIb	II	SLt
8	" 41 号	110.6	6.0	14.6	7.3	15.0	94.0	Ib	IIa	Ib	IIa	II	sLt
9	" 49 号	111.6	6.5	16.7	7.3	16.7	93.0	Ib	IIb	Ib	IIb	II	sLt
10	" 50 号	119.5	16.3	14.8	10.9	22.1	93.0	IIb	IIa	IIa	IIIa	II	SLT
11	ギンマサリ	116.4	8.9	12.9	8.0	22.3	91.5	Ib	IIa	Ib	IIIa	II	sLt
12	ヤチコガネ	125.8	23.5	8.0	10.2	29.3	89.0	IIIa	Ib	IIa	IIIb	I	SLT
13	ササシグレ	114.0	5.1	16.5	8.8	20.2	91.0	Ib	IIb	Ib	IIa	II	sLt
14	ハツムウダ	105.9	6.7	14.3	9.3	17.4	87.5	Ib	IIa	Ib	IIb	I	sLt
15	デドリウセ	108.4	6.3	20.3	7.7	16.1	91.0	Ib	IIIa	Ib	IIb	II	sLt
16	オバコワセ	109.4	-0.2	19.0	6.8	11.3	97.0	O	IIb	Ib	IIa	II	sLt
17	ハツニシキ	108.9	2.5	16.6	8.2	12.8	95.0	Ia	IIb	Ib	IIa	II	sLt
18	チヨウカイ	110.4	8.2	15.4	7.6	16.2	92.5	Ib	IIb	Ib	IIb	II	sLt
19	トワダセ	104.7	6.4	16.5	9.7	15.5	88.5	Ib	IIb	Ib	IIb	I	sLt
20	オイラセ	96.1	4.1	21.3	15.7	11.0	85.5	Ia	IIIa	IIb	IIa	I	sLT
21	ヤマテドリ	107.5	3.8	15.7	4.2	18.1	88.0	Ia	IIb	Ia	IIb	I	sLt
22	奥 羽 188 号	113.7	2.6	15.2	8.1	15.6	96.0	Ia	IIa	Ib	IIb	II	sLt
23	" 191 号	113.6	6.0	15.0	5.8	16.8	94.5	Ib	IIa	Ib	IIb	II	sLt
24	" 195 号	111.5	6.4	14.8	13.9	18.4	91.0	Ib	IIa	IIa	IIb	II	sLT
25	" 200 号	115.8	4.7	13.5	9.8	20.1	92.5	Ia	IIa	Ib	IIIa	II	sLt
26	" 204 号	118.7	6.8	10.7	8.6	20.8	94.0	Ib	IIa	Ib	IIIa	II	sLt
27	" 210 号	109.4	5.5	14.4	10.9	18.2	89.5	Ib	IIa	IIa	IIb	I	sLT
28	" 214 号	111.4	5.4	15.3	7.2	16.1	93.5	Ib	IIb	Ib	IIb	II	sLt
29	" 223 号	111.7	4.2	16.2	6.9	20.3	89.0	Ia	IIb	Ib	IIIa	I	sLt
30	" 225 号	110.3	0.6	17.9	6.6	12.5	96.5	Ia	IIb	Ib	IIa	II	sLt
31	" 226 号	110.7	6.8	15.8	9.2	20.1	88.5	Ib	IIb	Ib	IIIa	I	sLt
32	" 227 号	108.8	5.3	14.7	7.2	14.5	93.0	Ib	IIa	Ib	IIa	II	sLt

試 番 号	記 号	品 種 名	N	N-S N	L-N N	N-T N	N-ST N	ST	Sp	Lp	Ht	HtS	K ₁	CM
33	奥 羽	228 号	108.7	3.4	13.0	11.7	17.7	89.5	Ia	IIa	IIa	IIb	I	sLT
34	"	229 号	113.0	5.5	13.6	10.7	17.9	93.0	Ib	IIa	IIa	IIb	II	sLT
35	"	230 号	116.8	6.0	13.0	9.7	19.9	93.5	Ib	IIa	Ib	IIb	II	sLt
36	"	231 号	123.4	16.2	9.9	3.6	21.4	97.0	IIb	Ib	Ia	IIIa	II	SLt
37	"	232 号	111.4	14.0	21.2	5.3	21.5	87.5	IIa	IIIa	Ib	IIIa	I	SLt
38	"	233 号	112.4	7.8	10.9	6.1	19.5	90.5	Ib	IIa	Ib	IIb	II	sLt
39	"	234 号	121.8	8.2	8.7	12.6	21.6	95.5	Ib	Ib	IIa	IIIa	II	sTt
40	"	235 号	119.2	8.4	10.2	11.9	23.7	91.0	Ib	IIa	IIa	IIIa	II	sLT
41	藤 坂	1 号	107.6	7.1	17.1	9.9	20.1	86.0	Ib	IIb	Ib	IIIa	I	sLT
42	"	2 号	104.8	9.4	16.4	14.1	17.5	86.5	Ib	IIb	IIa	IIb	I	sLT
43	"	3 号	106.6	6.6	16.7	7.1	19.3	86.0	Ib	IIb	Ib	IIb	I	sLt
44	"	4 号	107.4	5.8	19.4	7.4	18.1	88.0	Ib	IIp	Ib	IIb	I	sLT
45	"	5 号	106.6	9.0	19.1	10.9	15.6	90.0	Ib	IIb	IIa	IIb	I	sLT
46	遠 野	1 号	100.5	2.9	17.4	14.4	19.9	80.5	Ia	IIb	IIa	IIb	I	sLT
47	"	2 号	110.6	0.2	20.1	8.2	16.4	92.5	Ia	IIIa	Ib	IIb	II	sLt
48	"	3 号	109.6	7.3	14.6	7.4	19.3	88.5	Ib	IIa	Ib	IIb	I	sLt
49	"	4 号	109.1	7.4	15.1	9.7	18.4	89.0	Ib	IIb	Ib	IIb	I	sLt
50	愛 子	1 号	112.4	10.1	18.0	7.5	18.1	92.0	IIa	IIb	Ib	IIb	II	SLt
51	猪 苗 代	1 号	106.5	-1.2	23.0	7.5	15.5	90.0	O	IIa	Ib	IIb	I	sLt
52	生 保 内	1 号	107.9	5.3	12.1	10.1	17.5	89.0	Ib	IIa	IIa	IIb	I	sLT
53	尾 花 沢	1 号	107.1	4.9	20.4	7.6	19.2	86.5	Ia	IIIa	Ib	IIb	I	sLt
54	"	2 号	112.2	2.1	16.2	10.0	15.3	95.0	Ia	IIb	Ib	IIb	II	sLT
55	"	3 号	107.6	3.9	20.8	8.9	16.3	90.0	Ia	IIIa	Ib	IIb	I	sLt
56	"	4 号	105.0	2.1	18.1	9.1	12.9	91.5	Ia	IIb	Ib	IIa	II	sLt
57	"	5 号	112.1	4.7	16.9	9.5	17.9	92.0	Ia	IIb	Ib	IIb	II	sLt
58	"	6 号	111.1	12.9	22.4	6.8	23.0	85.5	IIa	IIIa	Ib	IIIa	I	SLt
59	"	7 号	115.9	19.6	15.3	4.7	25.8	86.0	IIb	IIb	Ia	IIIb	I	SLt
60	東 北	14 号	118.8	7.1	15.3	9.1	11.6	105.0	Ib	IIb	Ib	IIa	III	sLt
61	"	59 号	109.3	10.2	17.7	4.4	18.1	89.5	IIa	IIb	Ia	IIb	I	SLt
62	"	63 号	106.3	5.7	18.2	9.2	12.5	93.0	Ib	IIb	Ib	IIa	II	sLt
63	"	64 号	109.8	10.9	20.4	5.3	18.0	90.0	IIa	IIIa	Ib	IIb	I	SLt
64	新	2 号	114.7	8.8	17.2	6.3	19.8	92.0	Ib	IIb	Ib	IIb	II	sLt
65	"	5 号	130.2	24.3	5.2	15.5	32.8	87.5	IIIa	Ib	IIb	IVa	I	STt
66	"	6 号	108.9	11.5	24.7	6.8	16.9	90.5	IIa	IIIa	Ib	IIb	II	SLt
67	"	7 号	111.8	8.3	15.6	8.3	21.3	88.0	Ib	IIb	Ib	IIIa	I	sLt
68	"	8 号	117.9	8.1	15.5	11.8	19.8	94.5	Ib	IIb	IIa	IIb	II	sLT
69	北 陸	11 号	110.5	5.3	17.5	8.1	17.6	91.0	Ib	IIb	Ib	IIb	II	sLt
70	"	14 号	110.8	3.2	16.2	8.8	16.5	92.5	Ia	IIb	Ib	IIb	II	sLt
71	"	41 号	119.6	17.7	14.5	10.1	28.5	85.5	IIb	IIa	IIa	IIIb	I	SLT
72	中 新	203 号	110.9	13.4	21.9	10.7	19.2	89.5	IIa	IIIa	IIa	IIb	I	SLT
73	信 交	190 号	109.9	9.2	17.9	12.2	18.6	89.5	Ib	IIb	IIa	IIb	I	sLT
74	関 東	51 号	112.3	-2.7	18.2	7.3	10.9	100.1	O	IIb	Ib	IIa	III	sLt
75	亀 の	尾	109.3	3.4	17.8	7.6	14.9	93.0	Ia	IIb	Ib	IIa	II	sLt
76	善 の	尾	109.9	10.8	19.7	3.5	22.7	85.0	IIa	IIb	Ia	IIIa	I	SLt
77	日 の	丸	114.1	15.7	18.3	4.5	25.1	85.5	IIb	IIb	Ia	IIIb	I	SLt

試験 番号	記号		N	N-S N	L-N N	N-T N	N-ST N	ST	Sp	Lp	Ht	HtS	K ₁	CM
	品	種 名												
78	大	国早生 5号	110.8	14.4	22.4	2.5	22.4	86.0	IIa	IIIa	Ia	IIIa	I	SLt
79	福	坊主 1号	110.9	0.8	15.6	5.8	14.8	94.5	Ia	IIb	Ib	IIa	II	sLt
80	育	種 5号	113.2	9.5	14.5	5.9	18.3	92.5	Ib	IIa	Ib	IIb	II	sLt
81	大	宮 錦	114.3	15.8	19.9	2.9	23.0	88.0	IIb	IIb	Ia	IIIa	I	SLt
82	京	錦	107.0	4.5	15.1	6.5	16.8	89.0	Ia	IIb	Ib	IIb	I	sLt
83	岩	手六日早生	100.5	4.5	20.6	8.0	14.5	86.0	Ia	IIIa	Ib	IIa	I	sLt
84	平	井 1号	115.0	17.4	17.9	10.4	24.8	86.5	IIb	IIb	IIa	IIIa	I	SLT
85	九	重	130.3	27.2	5.3	10.2	32.1	88.5	IIIb	Ib	IIa	IVa	I	STs
86	銀	坊主中 生	133.5	29.6	2.6	10.1	36.0	85.5	IIIb	Ia	IIa	IVb	I	STt
87	青	森糯 14号	103.4	3.7	20.9	12.0	16.8	86.0	Ia	IIIa	IIa	IIb	I	sLT
88	秋	田 7号	111.0	8.5	15.3	9.9	22.1	86.5	Ib	IIb	Ib	IIIa	I	sLt
89	奥	羽 20号	113.8	15.5	18.6	10.4	23.6	87.0	IIb	IIb	IIa	IIIa	I	SLT
90	山	寺 糯	112.0	3.7	18.2	8.0	14.7	95.5	Ia	IIb	Ib	IIa	II	sLt
91	彦	太 郎 糯	109.5	3.6	17.1	11.9	16.0	92.0	Ia	IIb	IIa	IIb	II	sLT
92	信	濃糯 3号	115.3	18.6	18.6	10.2	25.8	85.5	IIb	IIb	IIa	IIIb	I	SLT
93	中	新糯 40号	115.8	17.4	16.6	10.2	25.7	86.0	IIb	IIb	IIa	IIIb	I	SLT
94	鶴	糯 1号	106.8	10.5	23.8	9.2	19.5	86.0	IIa	IIIa	Ib	IIb	I	SLt
95	〃	2号	116.1	17.8	16.6	10.4	24.2	88.0	IIb	IIb	IIa	IIIa	I	SLT
96	〃	張糯 1号	136.3	29.6	0.5	11.2	35.4	88.0	IIIb	Ia	IIa	IVb	I	SLT
97	平	和 糯	113.5	16.1	20.7	7.0	23.3	87.0	IIb	IIIa	Ib	IIIa	I	SLt
98	草	A B C	110.5	5.9	17.3	10.4	18.1	90.5	Ib	IIb	IIa	IIb	II	sLT
99		A B	112.7	3.1	16.1	11.3	12.6	98.5	Ia	IIb	IIa	IIa	II	sLT
100		A C	110.1	6.4	16.4	9.6	16.9	91.5	Ib	IIb	Ib	IIb	II	sLt
101		B C	110.7	5.3	14.4	7.4	16.0	93.0	Ib	IIa	Ib	IIb	II	sLt
102	群	A	113.4	5.3	15.8	10.9	16.2	95.0	Ib	IIb	IIa	IIb	II	sLT
103		B	113.0	2.7	13.7	9.3	17.7	93.0	Ia	IIa	Ib	IIb	II	sLt
104		C	109.8	3.9	15.8	11.2	17.1	91.0	Ia	IIb	IIa	IIb	II	sLT
105		a b c	110.3	5.0	13.3	9.8	15.7	93.0	Ia	IIa	Ib	IIb	II	sLt
106	奥	1号	101.8	3.5	15.1	7.2	14.5	87.0	Ia	IIb	Ib	IIa	I	sLt
107	豊	国	109.9	1.5	8.8	10.8	18.6	89.5	Ia	Ib	IIa	IIb	I	sLT
108	奥	35号	102.7	5.9	31.3	7.0	14.3	88.0	Ib	IVa	Ib	IIa	I	sLt
109	陸	羽 132号	111.0	7.2	15.1	6.8	19.4	89.5	Ib	IIb	Ib	IIb	I	sLt
110	奥	69号	115.4	15.8	17.9	9.9	21.1	91.0	IIb	IIb	Ib	IIIa	II	SLt
111	早	千 葉 錦	105.7	8.2	27.7	3.5	18.6	86.0	Ib	IIIb	Ia	IIb	I	sLt
112	女	洪	113.6	13.2	18.5	12.0	24.3	86.0	IIa	IIb	IIa	IIIa	I	SLT
113	奥	38号	101.9	3.6	8.9	11.7	14.1	87.5	Ia	Ib	IIa	IIa	I	STt
114	奥	27号	105.2	8.7	10.6	8.7	14.9	89.5	Ib	IIa	Ib	IIa	I	sLt
115	奥	26号	104.9	7.1	12.9	5.6	16.1	88.0	Ib	IIa	Ib	IIb	I	sLt
116	関	山	103.0	3.9	22.1	7.3	16.0	86.5	Ia	IIIa	Ib	IIb	I	sLt
117	森	田 早 生	104.5	8.1	29.2	7.2	17.7	86.0	Ib	IIIb	Ib	IIb	I	sLt
118	奥	11号	98.4	4.5	34.1	7.5	13.6	85.0	Ia	IVa	Ib	IIa	I	sLt
119	白	河 5号	101.2	1.4	19.4	7.1	13.0	88.0	Ia	IIb	Ib	IIa	I	SLt
120	奥	44号	102.6	8.0	30.6	1.6	11.8	90.5	Ib	IVa	Ia	IIa	II	sLt
121	奥	45号	96.8	2.7	36.0	6.0	11.2	86.0	Ia	IVb	Ib	IIa	I	sLt
122	上	総コボレ	106.6	9.6	12.6	9.5	17.4	88.0	Ib	IIa	Ib	IIb	I	sLt

試番 号	記 号	品 種 名	N	N-S N	L-N N	N-T N	N-ST N	ST	Sp	Lp	Ht	HtS	K ₁	CM
123		牛 若	114.8	16.9	17.2	7.7	25.1	86.0	IIb	IIb	Ib	IIIb	I	SLt
124		陸 羽 20 号	123.7	24.8	10.4	9.1	30.5	86.0	IIIa	IIa	Ib	IVa	I	SLt
125		奥 29 号	102.5	9.3	9.3	5.4	15.6	86.5	Ib	Ib	Ib	IIb	I	s1t
126		早生愛国(在来)	106.5	13.1	19.6	4.2	18.8	86.5	IIa	IIb	Ia	IIb	I	SLt
127		奥 7 号	105.7	9.2	26.0	-4.5	13.9	91.0	Ib	IIIb	O	IIa	II	s1t
128		千 本 旭	142.7	31.3	4.4	6.4	36.6	90.5	IVa	Ia	Ib	IVb	II	St1
129		紅 穀 稻	129.6	22.2	5.7	0.5	25.9	96.0	IIIa	Ib	Ia	IIIb	II	St1
130		野 鷄 梗	123.9	17.5	4.9	-0.1	21.7	97.0	IIb	Ia	O	IIIa	II	SLt
131		荔 支 江	132.2	19.4	4.2	2.0	24.7	99.5	IIb	Ia	Ia	IIIa	II	SLt
132		李 子 糯	134.2	25.2	4.2	2.0	28.5	96.0	IIIb	Ia	Ia	IIIb	II	SLt
133		陳 佳 種	134.8	23.9	2.2	-2.4	26.9	98.5	IIIa	Ia	O	IIIb	II	SLt
134		Hondulas	134.4	10.4	4.2	4.4	19.6	108.0	IIa	Ia	Ia	IIb	III	SLt
135		Vintura	132.1	10.7	5.4	5.4	23.2	101.5	IIa	Ib	Ib	IIIa	III	SLt
136		Carolina	134.1	6.9	5.0	12.4	18.0	110.0	Ib	Ia	IIa	IIb	III	s1T
137		観 音 袖	131.9	4.7	2.4	17.4	23.4	101.1	Ia	Ia	IIb	IIIa	III	s1T
138		烏 尖	131.5	7.5	2.7	14.1	24.0	100.0	Ib	Ia	IIa	IIIa	II	s1T
139		黄 陂	127.6	12.1	5.8	20.1	26.7	93.5	IIa	Ib	IIIa	IIIb	II	s1T
140		晚 袖	123.3	2.7	7.9	17.7	16.5	103.0	Ia	Ib	IIb	IIb	III	s1T
141		水 白 条	110.3	3.6	3.4	13.0	14.8	94.0	Ia	Ia	IIa	IIa	II	s1T
142		二 化	129.2	6.5	-0.9	18.0	21.1	102.0	Ib	O	IIb	IIIa	III	s1T
143		短 広 花 螺	131.8	7.7	5.3	15.0	23.7	100.5	Ib	Ib	IIa	IIIa	III	s1T
144		大 毛 香	116.6	6.5	-1.8	19.0	19.8	93.5	Ib	O	IIb	IIb	II	s1T
145		Jamaica	130.2	4.5	5.5	13.2	18.6	106.0	Ia	Ib	IIa	IIb	III	s1T
146		Karalath	110.3	5.7	-0.8	22.0	23.8	84.0	Ib	O	IIIa	IIIa	I	s1T
147		長 香 稻	134.1	0.6	3.4	16.1	18.3	109.5	Ia	Ia	IIb	IIb	III	s1T
148		道 人 橋	122.7	11.5	7.2	12.4	23.4	94.0	IIa	Ib	IIa	IIIa	II	s1T
149		伺 南 々 袖	118.2	9.0	9.6	17.1	20.5	94.0	Ib	Ib	IIb	IIIa	II	s1T
150		南 仔 袖	127.2	6.6	3.0	17.5	21.0	100.0	Ib	Ia	IIb	IIIa	II	s1T
151		低 脚 烏 穀	134.5	5.6	-3.6	21.2	20.5	107.0	Ib	O	IIIa	IIIa	III	s1T
152		襄 白 上 述	115.3	4.6	6.9	13.7	16.3	96.5	Ia	Ib	IIa	IIb	II	s1T

第1表に示された自然出穂日数は、最大が142.7日、最小が96.1日である。これによつて品種の早晩性を区分すれば、早生は110日以下、中生は110～114日、晩生は115日以上とすることが出来る。

まず、東北地方に栽培されている品種についてみると、自然出穂日数と短日感光性との関係は、すでに多くの研究者によつて明らかにされているところであるが、一般に晩生は短日感光性の高いものが多く、早生及び中生は低いものが多いように認められる。しかし早・中生でも日の丸、大国早生5号、大宮錦、奥羽232号、尾花沢6号、中新203号、農林16号、東北64号、善の尾、新6号、農林24号、平和糯、鶴糯1号、奥羽20号等は短日に敏感であり、これに対して晩生でも奥羽204号、"234号、"235号、東北14号、新8号、ギンマサリ等は短日

に鈍感である。

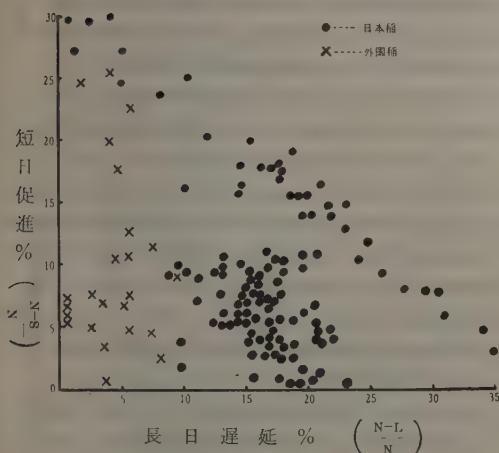
自然出穂日数と感温性との関係は、従来、晩生は感温性が低く、早・中生は高いといわれているが、晩生でも農林50号、ヤチコガネ、奥羽234号、"235号、新8号、北陸41号、平井1号、九重、銀坊主中生、信濃糯3号、中新糯40号、鶴糯2号、メ張糯等は高温に敏感であり、これに対して早生でもテドリワセ、オバコワセ、ヤマテドリ、ハツニシキ、東北59号、"64号、新6号、善の尾等のように感温性の低い品種が多数存在し、中生でもチヨウカイ、農林24号、奥羽191号、"225号、"232号、"233号、新2号、日の丸、大国早生5号、大宮錦、平和糯等は高温に対して敏感ではない。

第1図は、短日促進%と長日遅延%の相関を示したものであるが、一般に短日感光性の高い品種は長日感光性

が低く、短日感光性の低い品種は長日感光性が高いという負の相関々係が認められる。これを出穂日数との関係

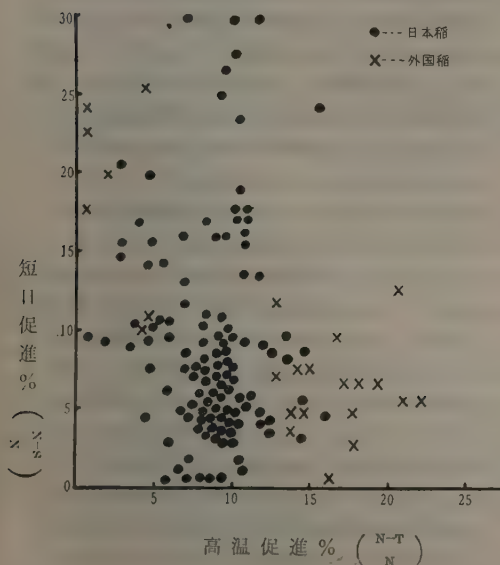
第1図 短日促進%と長日遅延%との相関

Fig. 1. Relation between the sensitivity coefficient to short day and long day.



第2図 短日促進%と高温促進%との相関

Fig. 2. Relation between the sensitivity coefficient to short day and high temp.



でみれば、晩生は前者に属し、早生及び中生は後者に属するものが多いといえるが、これについても若干の例外的な品種が認められる。例えば、晩生でも農林14号、奥羽204号、"235号、東北14号、新8号、北陸41号、信濃糯3号、鶴糯2号等は長日に敏感である。早生及び中生は短日に鈍感で、長日に敏感ではあるが、長日遅延%が10~20%附近に多数の品種が集つて1群を形成しているのは注目すべきことである。

第2図は、短日促進%と高温促進%の相関を示したものであるが、本年度は全般的に高温促進%が低くなつていように思われる。その原因は不明であるが、ここで従来いわれているような、短日感光性と感温性との間に負の相関々係があり、晩生は短日に敏感で、早・中生は高温に敏感であるという一般的傾向を認めることは困難である。即ち、晩生の銀坊主中生、農林10号、ヤチコガネ、新5号、九重、ゞ張糯、信濃糯3号、中新糯40号、北陸41号、平井1号、農林50号、鶴糯2号等は、短日に敏感であると共に、高温に対しても敏感であり、その反対に、早生のヤマテドリ、京錦、オパコワセ、善の尾、東北59号等や、中生の新2号、奥羽191号、育種5号等をはじめとして、多くの品種が短日に鈍感であると同時に高温に対しても鈍感である。このような傾向は従来の試験結果についてもいえることである。

高温短日条件下での出穂日数(第1次基本栄養生長日数)は、大部分の品種が85~95日の範囲にあつて、晩生は可消日数が大きく、早・中生は比較的小さいようである。

出穂期遺伝群品種の日長及び温度に対する反応は、2・3の品種に疑問があるが、福家³⁾によつて示された結果とはほぼ一致しているように認められる。

以上、内地品種について試験成績を概括したが、梗種と糯種によつて、日長及び温度に対する反応に特殊性があるような事実は認められない。

稲熱病耐病性を導入するため、交配母本として考慮されている外国稲24品種については、紅殻梗、野鷲梗、荔支江、李子糯、陳佳種は短日へのみに敏感で、黄陂、道人橋は短日・高温に敏感である。その他の品種はHondulas, Vintura が短日にやや敏感であるように思われる以外は、すべて高温へのみに敏感な品種であつた。これらの外国稲品種は、24品種が全部長日に対して殆ど感応を示さなかつたことは注目すべきである。高温短日条件下の出穂日数は、Karalath が84日を示す以外は、いずれも93日以上であつて、Carolina は最大の110日を示している。

4. 考 察

水稻品種の日長及び温度に対する反応は、出穂期の早晩性によつて相異することが認められたが、これは、すでに多くの研究者^{1)~25)}によつて明らかにされた事実とおおよそ一致しているようである。しかしながら、これらの事実に対して例外的な品種が相当数認められた。

福家^{3), 4), 5)}は多数の本邦内地品種を実験に供して出穂期の遺伝現象を考究した結果、出穂期遺伝因子として $K \cdot Z \cdot M \cdot G \cdot O \cdot F$ の6因子があり、それぞれの因子は日長及び温度に対する反応を異にし、 $K \cdot Z \cdot M$ 因子はおおむね短日感光性が高く、感温性が低い、 $G \cdot O \cdot F$ 因子は短日感光性が低く、感温性が高いことを明らかにした。又、長日感光性について K 因子と F 因子は補足作用があり、 $K \cdot F$ 因子の共存することによつて、長日感光性が著しく増大することを認めた。

この試験には、福家³⁾によつて出穂期遺伝因子の明らかにされた23品種を供試したが、その理由は、これらを指標植物として、未だ出穂期遺伝因子が明らかにされていない多くの栽培品種について、その遺伝因子構成を推定し、品種の生理生態的反應を明らかにすると共に、育種試験に応用して、雑種後期世代の遺伝様式を推定しようとしたのである。この方面の研究は別報にゆずることにするが、かような観点から、多くの例外的な品種の存在する理由を考察することが出来る。

東北地方の早生は、出穂期遺伝因子の構成が通常ではホモ優性因子として4因子のものが多く、しかし、 $K \cdot Z \cdot M \cdot G \cdot O \cdot F$ の6因子のうち、4因子ずつの組合せは幾通りもあるわけで、その組合せが $K \cdot Z \cdot M$ 因子を主体とする場合と、 $G \cdot O \cdot F$ 因子を主体とする場合では、その日長及び温度に対する反応が異なることになる。例えば、同じく早生であつても短日感光性が高く、感温性が低い早生愛国は $KZMO^2$ 、短日感光性が低く、感温性が高い豊国は $MGOF^2$ の因子構造をもつとされているが、善の尾、東北59号、"64号等は前者に類似したものではないかと思われ、又、農林1号、奥羽228号、青森糯14号、遠野1号、オイラセ、藤坂2号、"5号等は後者に属するのではないかと推定される。

晩生は、通常5~6因子をもつて構成されているが、例えば、短日に敏感なものは $KZMOF^2$ 、鈍感なものは $ZMGOF^2$ の因子構造と考えられている。従つて、晩生でも奥羽234号、"235号、新8号等のような、短日に鈍感で、高温に敏感な品種も存在するわけである。

しかしながら、東北地方の晩生は銀坊主中生、メ張糯、

九重、ヤチコガネ、新5号、北陸41号、平井1号、農林50号、信濃糯3号、中新糯40号、鶴糯2号等のように短日感光性も高く、感温性も高い品種が多いようである。これは和田²⁰⁾によつて認められた愛国系統の第3群、すなわち感光・感温性のともに高い1群と類似するものではなからうか。早・中生については、従来、東北の品種は感温性が高いといわれてきたが、第2図にも示したように、感温性の極端に高い品種は少く、高温促進率を10%の線に分けて考えると感温性の低い品種が多い。これは試験の行われた場所の自然環境の違いによることも考えられるが、当地で行われた試験の結果は、従来、一般にいわれているほど感温性は高くないようである。

長日に対する反応をみると、敏感である森田早生は $KZGF^2$ 、鈍感な奥27号は $KZGO^2$ とされているが、大宮錦、平和糯、大國早生5号、尾花沢6号、鶴糯1号等をはじめ多くの品種は長日に敏感で、おそらくは $K \cdot F$ 因子を共有する品種であろうし、ヤチコガネ、新5号、奥羽231号、"234号等は $K \cdot F$ 因子を共有しないものであろうと推定される。

いずれにしても第1図にも明らかなように、東北地方の品種は全般的に長日に対して敏感であつて、これらの品種は、地理的に高緯度にある東北地方に適応しているものと考えられる。

以上のように、水稻品種の日長及び温度に対する反応は、出穂期遺伝因子の特異性によつて発現のしかたが複雑であるが、今、これを短日、長日及び高温条件に対する反応の差異によつて分類を試みると、東方地方の品種はおおよそ次の8群に大別することが出来る。(註、第1表 CM項参照)。尚、分類に当つては、それぞれの促進及び遅延%を10%を境として機械的に取扱つたので、10%附近にある品種は不明確な点もあるかと考えられる。

第1群：短日・長日・高温に共に敏感なもの。

(SLT)。9品種(早=0, 中=3, 晩=6)。

第2群：短日・長日に敏感で、高温に鈍感なもの。

(SLt)。21品種(早=6, 中=10, 晩=5)。

第3群：短日・高温に敏感で、長日に鈍感なもの。

(SIT)。5品種(早=0, 中=0, 晩=5)。

第4群：短日に敏感で、長日・高温に鈍感なもの。

(Slt)。3品種(早=0, 中=0, 晩=3)。

第5群：長日・高温に敏感で、短日に鈍感なもの。

(sLT)。21品種(早=13, 中=6, 晩=2)。

第6群：長日に敏感で、短日・高温に鈍感なもの。

(sLt)。65品種(早=32, 中=28, 晩=5)。

第7群：高温に敏感で、短日・長日に鈍感なもの。

(s 1 T)。3品種(早=2, 中=0, 晩=1)。

第8群：短日・長日・高温に共に鈍感なもの。

(s 1 t)。1品種(早=1, 中=0, 晩=0)。

このように分類してみると、東北地方の早・中生の大部分の品種は第5, 6群に属して、長日・高温に敏感で特に第IV群に属して長日のみに敏感な品種が圧倒的に多く、従来いわれているほど高温に敏感な品種は多くない。又、第2群に属して短日・長日共に敏感で、高温に鈍感な品種が相当数認められるが、これらは晩植適応性品種を選定する場合には、一応考慮されてよい品種であろう。早・中生の全体を通じて、第3, 4群に属する品種はなく、更に早生では第1群, 中生では第7, 8群に属する品種のないことは、東北地方の早・中生の特徴をよく示しているものと考えられる。晩生は第1, 2, 3, 4群に属して短日に敏感な品種が多いように見受けられるが、第6群にも5品種が認められ、又、第1, 3群に属して高温に敏感な品種が多く、第8群に属する品種がない以外は、全群にわたって品種が分布している。これは、東北地方の晩生が暖地の晩生ほどはつきりした生態的な区別をつけがたく、中生の一部が晩生化しているということも考えられる。

外国稲24品種については、紅穀稲、野鷲梗、莠支江、李子糯、陳佳種等は、特に短日のみに敏感で、これらの品種は松尾^{13) 14)}の研究によればA型に属する品種とみなされる。Hondulas, Vintura, Carolina, Jamaica等はB型に属し、Hondulas, Vinturaが短日に、Carolina, Jamaicaが高温にやや敏感であるように見受けられるが、全般的に短日・高温に対してあまり敏感ではない。その他の品種はC型に属すると考えられるが、黄陂、道人橋の2品種が短日に対してやや敏感である以外は、すべて高温に対してのみ敏感である。外国稲24品種を通じて、これらの品種は長日に対して殆ど反応を示していない。

第1, 2図にもみられるように、外国稲の反応は極端であつて、日本稲とおもむきを異にしている。これは、当地の気象条件にもよるものと思われるが、今後の研究にまつべき問題である。

以上、試験結果について考察を進めてきたが、実際に水稻栽培を行うに当って、水稻品種の感光・感温性が如何なる関係をもっているかという点について考慮が払われなければならない。晩植、早植、二期作栽培等でも、どんな品種が適応するかという点について多くの試験が行われている。実際栽培に当って品種の選択は、まず、栽培の行われる環境での生産性によつて決められなけれ

ばならないが、東北地方では、出穂開花期に当つてしばしば低温による障害をうけるので、適当な生育日数と出穂期の安全を確保するため、品種の感光・感温性について充分に考慮する必要がある。特に低温条件下の感光性については、今後、更に研究を行う必要がある。

5. 摘 要

- 1) 水稻152品種を供試して、自然・短日・長日・高温区及び高温短日区を設けて、出穂期の差異を調査した。
- 2) 一般に、早・中生は短日感光性が低く、長日感光性及び高温感温性が高いが、特に長日感光性の高いものが多く、晩生は短日感光性及び高温感温性の共に高いものが多かった。
- 3) このような品種の存在する理由は、出穂期遺伝因子の特異性によつて説明された。
- 4) 短日・長日及び高温条件に対する反応の差異によつて、品種を8群に分類した。
- 5) 外国稲は日本稲に比較して特異な反応を示すので、今後、更に研究を必要とする。
- 6) 東北地方は、しばしば出穂開花期に当つて低温障害をうけるので、今後、更に低温条件下の感光性について研究を行う必要がある。

参 考 文 献

- 1) 福家豊. 1931. 水稻の出穂期調節に対する短日法並に照明法操作の開始期及び期間に就て. 農林省農試彙報. 1 (4)。
- 2) ————. 1942. 水稻のフォトペリオヂズムに関する研究. 科学. 12 (11)。
- 3) ————. 1955. 本邦における主要水稻品種の出穂期に差異を来さしむる遺伝因子並に之等因子が温度及日長時間に対する反応に及ぼす關係に就いて. 農業技術研究所報告. D (5)。
- 4) ————. 1955. 水稻に於ける日長感応性の遺伝に就いて. 農業技術研究所報告. D (5)。
- 5) ————. 1955. 水稻に於ける出穂期遺伝因子間の連鎖に就いて. 農業技術研究所報告. D (5)。
- 6) GANGULY, H. C. 1955. Studies on the date of ear emergence in rice. I, Relation between sowing time and date of ear emergence. Bot. Gaz. 117 (1)。
- 7) 原史六. 1930. 照明の長短が水稻の出穂期並に生育に及ぼす影響に就て. 朝鮮農試彙報. 5 (4)。

- 8) 除慶鐘. 1938. 日照時間及び温度の季節的変異が作物の生殖期に及ぼす影響に関する研究(第1報). 農及園. 13(5).
- 9) 近藤万太郎. 1932. フォトピリオヂズムに就ての考察. 農及園. 7(10,11).
- 10) 近藤万太郎. 岡村保. 一色重夫. 笠原安夫. 1932. 稲のフォトピリオヂズムに関する実験的研究. (第1報). 農学研究. 18.
- 11) ————. 1934. ———— (第2報). 農学研究. 22.
- 12) ————. 海野元太郎. 1942. ———— (第4報). 日作紀事. 14(2).
- 13) 松尾孝嶺. 1942. 水稻の日長反応性に就いて. 育種研究. 1.
- 14) ————. 1952. 栽培稲に関する種生態学的研究. 農業技術研究所報告. D(3).
- 15) 盛永俊太郎・井浦徳・柏木小五郎. 1938. 作物と温度及光, I 夜温の高低並に日長時間と南北地方水稻の生育並に出穂期. 農及園. 13(7).
- 16) MORINAGA, T. 1954. Studies on the photo Periodism in Rice (Abstracts of Japanese Literatur), A Separate Volume of the Japanese Journal of Breeding. 4, Tokyo.
- 17) 岡田正憲・加藤一郎. 1953. 水稻の感光性について(第1報) 東北地方に於ける水稻主要品種の感光性程度に就いて. 日作紀事. 22(1, 2).
- 18) ————. 1955. 東北地方に於ける水稻主要品種の感光性に就いて. 東北農試研究報告. 6.
- 19) 岡彦一. 1954. 稲品種の感光性, 感温性及び生育日数の品種間変異. 育種学雑誌. 4(2).
- 20) 和田榮太郎. 1952. 稲の感温性及び感光性に関する研究(1). 育種学雑誌. 2(1).
- 21) ————. 1954. ———— (2), 育種学雑誌. 3(3, 4).
- 22) ————. 野島数馬. 1954. ———— (3), 育種学雑誌. 3(3, 4).
- 23) 赤藤克己外. 1953. 1954. 1956. 量的遺伝の研究(第11. 13. 14報). 水稻, 出穂期の遺伝とその遺伝因子の量的支配係に関する研究(1, 2, 3). 育種学雑誌. 3(2), 4(2), 6(2).
- 24) SIRCAR, S. M. 1948. Vernalization and photoperiodism in tropics. pp. 121—128 in Vernalization and photoperiodism—a symposium, ed. A. E. MURNEEK and R. O. WHYTE, *Chronica Botanica*, Waltham, Mass.
- 25) 吉井義次. 1929. 日の長短が植物の開花結実に及ぼす影響に就いて. 農及園. 4(3).

Résumé

(1) The heading behaviour of 152 varieties of paddy rice under different day-length and air temperature was studied in this paper. Major varieties in this region and some other varieties including 24 foreign ones were tested. They were grown under 5 different conditions, namely, natural, 9-hours & 24-hours day-length under natural air temperature and natural & 9-hours day length under higher temperature in a green-house respectively, in Oomagari, Akita, 1956. Number of days from sowing to heading under each condition was taken as an indicator of sensitivity to day length and temperature. Results obtained are shown in Figure 1, 2 and Table 1.

(2) Generally speaking, the early and medium varieties were more sensitive to high temperature and long day, particularly, sensitive to long day condition. The late varieties were more sensitive to both short day and high temperature. There was high interrelation between the degrees of sensitivity to day length or temperature and degrees of earliness or lateness of the natural heading time.

However, no such tendency was noticed in some varieties.

(3) These varietal difference may be explained by the combination of six main genes controlling heading time of Japanese varieties.

These genes have specific properties for the response to day length and temperature respectively.

(4) Japanese varieties were classified into 8 groups by the response to short day (S), long day (L) and high temperature (T) as follows:

- | | | | |
|---------------|---------------|--------------|--------------|
| 1) SLT.....9 | 2) SLt.....21 | 3) SiT.....5 | 4) Sit.....3 |
| 5) sLT.....21 | 6) sLt.....65 | 7) slT.....3 | 8) slt.....1 |

Capital letter represents sensitive, and figure shows the number of varieties belonging to each group.

According to the above classification, many early and medium varieties belong to the 5, 6 or 3 group, and late ones to the 1, 2, 3 or 6 group.

(5) The foreign varieties showed the peculiar reaction to day-length or high temperature as compared with the domestic varieties.

(6) Sensitivity to day length under low temperature is not tested in this experiment and the further study may be required.

腐植質水田に於ける土壤条件と イモチ病に関する研究

第1報 插秧前の灌水期間とイモチ病との関係

徳 永 芳 雄・古 田 力

Studies on the blast disease of rice in humus rich paddy field, with special reference to soil conditions

1. Influence of the irrigation period before the transplanting of rice seedlings upon the occurrence of blast disease

Yosio TOKUNAGA and Tsutomu FURUTA

1. 緒 言

奥東北は所謂腐植質土壌地帯であつて比較的肥沃であるが、腐植質の含量が高く、従つて乾土効果及び温度上昇効果が高く、夏季には土壌の還元が強く、しばしばイモチ病の大発生を見る地域である。一般農家の耕種慣行では古くから自給肥料を多用し、土壌中の潜在窒素をよく利用するような方法が採用されているが、近時肥料事情の好転により化学肥料の使用が増加して、イモチ病の危険が増大している。

春の耕起は畦立耕で、年間最も乾燥する時期でもあるので土壌はよく乾燥し、乾土効果が高く、稲の生育は旺盛であるが、時に插秧時の活着が悪く、イモチ病の激発を見ることがある。昭和24年には秋田県に於てこのようなイモチ病の大発生があつたので、その原因を知るため調査を行い、且つその原因を実験的に確認するため、昭和25年度に於て2, 3の実験を行つた。ここにその概要を報告する。

2. 秋田県に於ける実態調査

昭和24年秋田県下に插秧直後から分蘖期に亘りイモチ病が発生し、多くの場合根腐を伴つて、所謂ズロミ状態を呈した。この年は苗代初期が低温であつたため、農家は苗腐敗病を恐れて一般に厚播の傾向が見られたが、防除の励行により大した被害はなく、又苗代中期以後は極めて高温であつたため、苗は徒長の傾向が強かつた。

本田は土壌の乾燥甚しく、加うるに灌漑水不足のため代掻が遅れ、従つて插秧の遅れた所が多く、苗はますます徒長した。この様な所には插秧後根腐を起し、活着せずに枯死したものもあつた。以上のような条件とイモチ病の発生との間には何等かの関係がある様に推察されたので、主として、イモチ病の発生を報ぜられた地区の代表的な場所について次表に示した事柄について調査を行つた。調査結果は第1表の如くである。

調査結果を吟味すると、插秧前の灌水期間の短かつた場合即ち第1例から第8例までに見られる0~3日の場合は概してイモチ病の発生著しくまた根腐の程度も大である。灌水期間がこの様に短かつたような条件の所では土壌の乾燥も甚しく、かつ插秧も平年より著しく遅れている。ただ例外的な第8例に於ては土壌の乾燥も甚しくなく、插秧も遅れていないが、この様な場合には灌水日数が短かくてもイモチ病は多発していない。第5例及び第7例もイモチ病の発生が少ないが、插秧後活着間もない頃に調査したためと考えられ、その後にはイモチ病が漸次発生したであろうことは当然想像される所である。插秧前の灌水期間が4日以上あつた場合は特殊な原因を有する場合以外はイモチ病の発生は著しくない。即ち第9例では土壌の乾燥甚しく、かつ插秧が平年より10日遅れていること、第24例では冷水掛りの土地でありまた生育の遅れを取りかえすため硫酸の追肥を施していること等が之である。ただ第15例のみはその原因が判然としない。又根腐の甚しい例が少くないが、第14例では

第 1 表 昭和24年秋田県に於ける挿秧直後のイモチ病発生地調査

番号	調 査 地	播種 密度	本 田 の 乾燥程度	田植の 湛水日数	挿秧 月日	田植の 年遅れ 日数	本田硫 安施用 量	苗代の イモチ 病	本 田 の 葉イモチ	根腐程度	調査 月日	備 考
1	平鹿郡 浅舞町	4.0	++++	0	VI 20	3	7.0	—	+++	++	VII 21	
2	" "	3.0	++++	1	25	10	6.0	—	++	++	10	
3	" 旭 村	5.0	++++	2	25	10	5.0	++	++++	++++	13	
4	仙北郡 四屋村	4.0	++++	2	17	14	4.0	—	+++	++	30	
5	平鹿郡 浅舞村	5.0	++++	2	20	19	5.0	—	+	+++	10	
6	仙北郡 花館村	4.0	++++	3	18	8	5.0	+	+++	+++	18	
7	" 横堀村	4.5	++++	3	19	16	3.0	+	+	++	9	
8	平鹿郡 大森町	3.5	++	3	10	0	4.0	—	+	—	25	
9	" 川西村	3.5	++++	4	18	10	3.8	+	++++	+	25	
10	" 浅舞町	4.0	++	4	30	27	5.2	—	+	—	10	
11	" 八沢木村	3.0	++	4	2	4	6.0	—	+	—	30	
12	仙北郡 横堀村	4.0	++++	5	15	12	5.0	+	+	++	10	
13	由利郡 小友村	3.0	+++	5	7	0	4.0	—	—	+++	10	
14	横 手 市	4.0	+++	5	7	0	3.5	+	+	++++	10	ドブ泥灌溉
15	平鹿郡 旭 村	4.0	+++	5	6	-2	4.0	++	++++	++++	20	
16	雄勝郡 岩崎町	4.0	++	5	7	3	4.0	—	+	—	15	
17	平鹿郡 川西村	3.0	++++	7	14	7	3.2	—	++	—	25	
18	南秋田郡弘戸村	5.5	+++	7	V 31	0	5.0	+	++	++++	9	
19	平鹿郡 川西村	3.0	++	7	VI 8	3	4.2	—	++	—	25	
20	南秋田郡弘戸村	5.0	++	7	7	0	5.7	—	++	—	9	
21	仙北郡 横堀村	4.0	++	7	2	1	4.0	—	—	—	9	
22	河辺郡 和田町	6.0	++++	9	5	2	4.0	—	—	++++	5	
23	仙北郡 長野町	4.0	++	9	10	0	2.0	—	++	—	30	冷水灌溉 硫安追肥
24	平鹿郡 川西村	5.0	++++	10	8	6	5.0	—	++++	++	25	
25	河辺郡 和田町	7.0	++	12	11	0	2.0	—	—	++++	15	

有機質に富むドブ泥を灌溉し、第18例では品種がイモチ病に特に弱い秋田7号であつたこと等が原因の1つとして考えられる。第13, 15, 22, 25例については水田土壌の性質が関連しているのではないかと想像される。

以上の如く此の年のイモチ病の発生には5～6月の気象条件もあわせ考えると、水不足による田植の遅れ、苗の徒長、早ばつによる土壤の甚しい乾燥、湛水直後の挿秧等の条件の重複したことが大きく影響を与えたと考えられる。

3. 移植前の湛水期間とイモチ病との関係

上述の調査により、苗移植前の湛水期間がイモチ病の発生と密接な関係があるように思われたので、この点を解明しようとして次の実験を行った。

1) 実験方法及び材料

栽培第1部の水田土壌を風乾し、略々一定の水分含量

(6.6%)に達したものを5分目の篩を通し、5万分の1反の磁製ポットに詰め、所定の日に湛水した。肥料は各ポットに硫安25gを施した。湛水期は次の如くである。

6月3日(移植17日前)	6月12日(移植8日)
" 6日(移植14日前)	" 17日(" 3日)
" 8日(移植12日前)	" 19日(" 前日)
" 10日(移植10日前)	" 20日(" 当日)

水稻品種陸羽132号を用い、4月21日坪当3合及び5合を苗代に播種して仕立てた苗を6月20日(60日苗)に1ポット当5本宛移植した。6月28日当部保存イモチ病菌17号を用い、分生孢子浮游液を噴霧法により接種し、葉イモチの調査は7月11日展開した葉の上から2枚目のものにつき病斑数を算えた。尚ズリコミ症状の発生を比較観察するため無接種区を設けた。

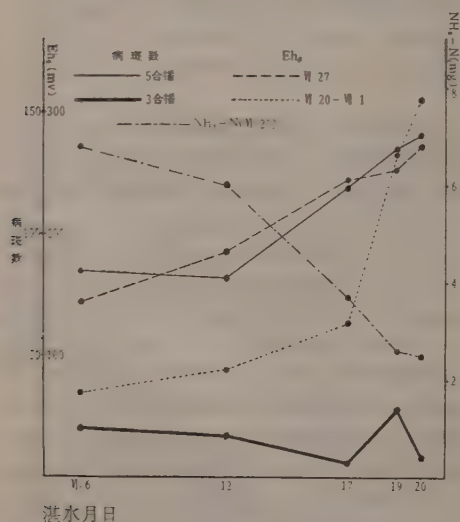
2) 実験結果

第2表 移植前の灌水期間と葉イモチ病との関係(3区平均)

灌水月日	移植前 灌水日数	3 合 播 苗			5 合 播 苗		
		葉 身 長	1 病 葉 斑 当 数	葉 長 1 m 当 数	葉 身 長	1 葉 当 病 斑 数	葉 長 1 m 当 数
月 日	日	cm			cm		
VI. 3	17	28.8	3.0	10.42	27.2	23.3	85.66
6	14	30.4	3.4	11.18	28.0	23.9	85.36
8	12	32.2	3.7	11.49	28.8	24.3	84.38
10	10	31.7	2.2	6.94	30.4	25.7	84.54
12	8	32.4	5.5	16.97	28.5	23.4	82.11
17	3	31.8	1.9	5.97	27.8	33.1	119.06
19	1	27.0	7.7	28.52	25.3	34.1	134.78
20	0	25.9	3.5	13.51	25.7	36.2	140.85

3合播苗の場合には葉イモチ病の病斑数は一般に少なく、移植前の灌水日数との間に明瞭な関係が見られなかつた。

5合播苗の場合には移植前の灌水日数0～3日のものは8日以上のものに比し発病多く、かつ日数少ない程発病が多い傾向を示した。しかるに8日以上のものでは灌水日数の多い方がむしろ発病は多い傾向を示した。(第1図)

第1図 灌水日の異なる土壌のEh及びNH₃-Nと葉イモチとの関係

その後の病勢の進展を観察した結果、7月中にはズリコミ症状を呈するものはなかつたが、8月に入つて接種

区にズリコミ症状を呈するものが現われた。大体の傾向として5合播苗を用いた区では一様に現われ、3合播苗を用いた区では移植前の灌水期間の短いものの一部に現われた。しかし接種試験の発病程度とズリコミ程度との関係は明瞭ではなかつた。尚無接種区にはズリコミ症状は見られなかつた。

4. 灌水期間の長短と土壌の酸化還元電位及び乾土効果

乾燥土壌を灌水状態にすると酸化還元電位(Eh)が低下し、また乾土効果によるアンモニア態窒素を生成するので、これらがイモチ病の発生に影響することが考えられる。この間の関係を知るため上記実験と同時に土壌のEhの変化と乾土効果を測定した。

1) 実験方法

土壌の酸化還元電位の測定

上記実験に用いた風乾土を更に20メツシユの篩で篩い、15gを径2cm長さ15cmの硝子製管瓶に詰め、各区の灌水日に蒸溜水を加えてよく混和し、上記実験のポット中に埋没して置き、これを所定の日に抜き取つてEh及びpHを測定しpHに換算してEh₆を求めた。Ehの測定はBrown氏法により島津K-2型電位差計を使用した。

乾土効果の測定

6月20日にEhを測定した材料を20%KClで浸出し、CaCO₃を加えて、ケルダール法によりNH₃態窒素を測定した。

2) 実験結果

土壌のEh₆は第3表に示したように、灌水後日の経過

第3表 湛水日を異にした土壌の Eh_6 (mv) の変化 (括弧内はpH)

湛水日 測定日	6月3日	6月6日	6月8日	6月10日	6月12日	6月17日	6月19日	6月20日
6月3日	503 (5.2)							
5日	391 (5.4)							
6日	368 (5.5)	521 (5.2)						
7日	—	504 (5.5)						
8日	309 (5.6)	361 (5.4)	528 (5.3)					
10日	—	—	—	517 (5.2)				
11日	254 (5.6)	286 (5.6)	326 (5.5)	412 (5.3)				
12日	—	—	—	—	490 (5.4)			
13日	262 (5.8)	269 (5.6)	305 (5.6)	315 (5.4)	445 (5.3)			
17日	—	—	—	—	—	524 (5.3)		
18日	198 (5.9)	227 (5.9)	234 (6.2)	259 (5.8)	294 (5.8)	397 (5.3)		
19日	—	—	—	—	—	—	515 (5.3)	
20日	201 (6.1)	222 (5.9)	208 (6.0)	238 (5.8)	278 (5.8)	335 (5.4)	444 (5.3)	514 (5.3)
23日	171 (5.9)	199 (5.9)	185 (5.9)	209 (5.8)	228 (5.7)	283 (5.6)	311 (5.5)	322 (5.6)
27日	139 (6.2)	145 (6.0)	165 (6.1)	167 (6.0)	185 (5.8)	244 (5.9)	253 (5.7)	272 (5.6)
7月1日	131 (6.4)	152 (6.2)	161 (6.7)	134 (6.3)	189 (6.0)	208 (5.7)	179 (5.7)	204 (5.8)

第4表 湛水月日を異にした土壌の NH_3-N
(6月20日測定, 風乾土100g当mg)

湛水月日	NH_3-N	湛水月日	NH_3-N	湛水月日	NH_3-N	湛水月日	NH_3-N
6月3日	7.7	6月8日	6.9	6月12日	6.0	6月19日	2.6
6日	6.8	10日	5.6	17日	3.7	20日	2.5

と共にくだるが、その降下度は初期に大で、日の経過と共に緩慢になる傾向が見られる。又湛水日が遅いほど降り方が急激であつたが、これは温度の上昇に起因するものと思われる。乾土効果による NH_3-N の生成を移植当日(6月20日)に測定した結果は第4表のように、湛水日の早いものほど NH_3-N の量が大きであつた。

5. 移植前の湛水期間と苗の活着

昭和24年の実態調査に於てイモチ病の発生の多い水田

には活着不良による生育遅延或いは枯死した株が多く見られたので、移植前の湛水期間の短いことが苗の活着に関係し、更にイモチ病の発生を促したのではないかと思われた。この点を確かめるため湛水期間と苗の活着との関係を調査した。

1) 実験方法

上述の実験と同じ土壌及び方法により6月30日、7月4日、7月10日に湛水し、7月10日に苗(陸羽132号、5合播、70日苗)を移植し、7月19日の新根の発生根数、長

さ、葉の枯死率 $\left(\frac{\text{枯死葉数}}{\text{全葉数}} \times 100\right)$ を調査して苗の活着状態を比較した。尚参考のため前実験と同様な方法で土壌の酸化還元電位及び移植日の $\text{NH}_3\text{—N}$ を測定した。

2) 実験結果

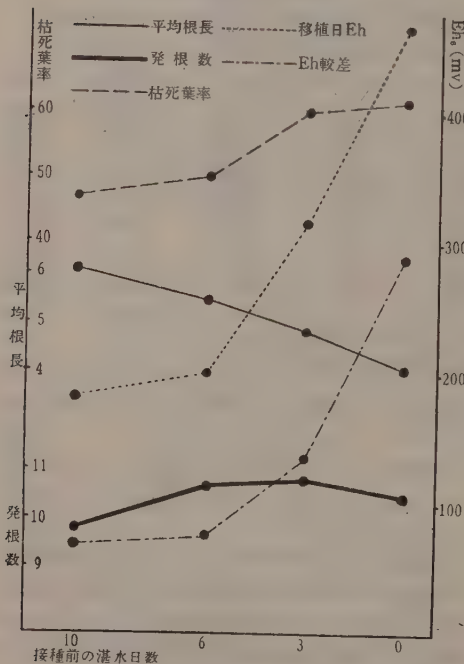
第5表に示したように、発根数は各区間に大差がなか

つたが、平均根長は明らかに湛水期が遅いほど短かく、葉の枯死率は湛水期が遅いほど大で、活着不良であることが示された。また土壌の Eh 及び $\text{NH}_3\text{—N}$ の生成量は前実験と同様な傾向を示し、移植日の Eh 及びその後8日間の降下度は湛水日の遅いものほど大であつた。

第5表 移植前の湛水期間と苗の活着及び土壌条件

移植前の 湛水日数	発根数 9日目	平均根長 9日目 cm	生存葉数 枚	枯死葉数 枚	枯死葉率 %	移植日 Eh_6 mv	8日目 Eh_6 mv	Eh_6 較差 mv	移植日 $\text{NH}_3\text{—N}$ mg/乾土100g
10	9.8	6.1	2.8	2.5	47.1	184	117	67	12.8
6	10.7	5.5	2.7	2.7	50.0	198	125	73	9.5
3	10.8	4.9	2.3	3.4	59.6	316	278	138	9.4
0	10.5	4.1	2.0	3.2	61.5	439	49	290	5.0

第2図 移植前の湛水期間と土壌の Eh 並びに $\text{NH}_3\text{—N}$ と苗の活着



6. 苗代播種量と稲苗の素質

上述の実験で苗代播種量の少いものは、イモチ病の発生が軽微でかつ移植前の湛水日数の影響がほとんどないが、播種量の多いものは発病が多く、また移植前の湛水

日数により大きく影響されることを知つたので、苗代の播種量の異なる苗の素質が、どのように異なるかを知るために、苗の発根力、葉の窒素含量、 C/N 率、珪化細胞数等を測定した。

1) 実験方法

接種試験に用いたと同じ苗代の0.5, 3, 5合播苗を用いた。苗の発根力は7月3日に苗を拔取り、根を全部剪除して春日井氏水耕液に苗の下部を浸して7月13日に新根発生数を算えた。葉の窒素含量及び C/N 率は6月23日(63日苗)に、珪化細胞数は6月13日(53日苗)及び6月27日(67日苗)に展開した葉の上から2枚目について先端部、中央部、基部に分け機動細胞、長細胞、短細胞別に1視野当り(Yashima 5×10)の数を算えた。

2) 実験結果

第6表 苗代播種量と苗の生育及び発根力

苗代 播種量	草丈 cm	茎 数	苗令	新根 発生数
0.5合	—	—	—	—
3	32.6	41.4	1.76	8.54
5	31.1	34.6	1.00	8.01

第7表 苗代播種量と稲葉の窒素含量及び C/N 率

苗代 播種量	可溶態 $\text{NH}_3\text{—N}$	窒素 その他	不溶態 窒素	全窒素	C/N 率
0.5合	0.06	10.59	10.65	11.89	22.54
3	0.03	9.55	9.58	13.37	22.95
5	0.03	6.75	6.78	8.08	14.86

備考 窒素含量は生体1g当り

第 8 表 苗代播種量と稲葉の珪化細胞数

苗代 日数	苗代 播種量	先 端 部				中 央 部				基 部				平 均
		機動細胞	長細胞	短細胞	計	機動細胞	長細胞	短細胞	計	機動細胞	長細胞	短細胞	計	
53日	0.5合	2.88	3.11	0.88	6.87	2.86	0.62	0.20	3.68	—	—	—	—	—
	3	5.15	0.23	0	5.38	0.11	0.53	0.38	0.91	0.38	0	0	0.38	2.22
	5	0.11	0.14	0	0.25	0	0.46	0.23	0.69	0.32	0	0	0.30	0.41
67日	0.5	19.26	5.96	1.70	26.92	13.03	2.00	0.53	15.56	2.46	1.80	0.36	4.62	15.70
	3	14.00	4.96	2.30	21.23	12.33	2.36	0.33	15.02	3.73	0.53	1.10	4.32	13.52
	5	24.30	10.26	1.74	36.30	9.86	1.30	0.73	11.89	1.70	1.10	0.33	3.13	17.11

苗代播種量の苗の生育に及ぼす影響は、播種後60日（6月20日）で既に現われているが、67日苗では更に顕著になり、その差は0.5合対3合よりも3合対5合に於て著しい。窒素含量はこの実験に於ける程度の苗代日数では、0.5合播と3合播との間には大差はないが、5合播では著しく少なく、明らかに窒素欠乏が窺われ、C/N率は播種量が多いほど大きい。このことが新根発生に影響し、従つて移植時の活着に影響を与えたものと考えられる。稲葉の珪化細胞数は若苗（53日苗）では明らかに播種量の少ないものに多く、播種量が多いものに少ない。しかし苗代日数の長い苗（67日苗）では必ずしもそうではなく、殊に珪化細胞数の多い先端部では5合播苗に著しく多い。このことは窒素欠乏と関係があるものと思われる。

7. 考 察

昭和24年秋田県に於て挿秧直後に発生した根腐を伴うイモチ病の大発生について、その原因を解明するため、実態調査並びに一連の実験を行った。その結果挿秧前の湛水期間の短かいことが密接な関係を有するに思われた。当地方の水田土壤は腐植質の含量が高く、従つて春期の乾燥による乾土効果が高い。このような土壤では湛水による酸化還元電位の降下の甚しいことが予想されたのであるが、実験の結果からもこのことが確認された。発病の多い区では接種時の土壤の酸化還元電位が高く、また移植時と接種時との酸化還元電位の較差が大きい。土壤の酸化還元電位が水稻の耐病性に如何なる影響を持つかは不明であるが、Ehの高いことは酸素の豊富なことを意味するもので、これが耐病性を低下させるとは考えられない。この実験に於けるEhの範囲では接種時の酸化還元電位の高かつたことよりも、むしろ移植後の酸化還元電位の急激な降下が苗の新根の發育を阻害し、活着を遅らせ、乾土効果によるアンモニア態窒素の生成量

が少くないにかかわらず発病を多くしたものと考えられる（第1図及び第2図）。

3合播苗に於ては発病が少なく各区間の差が少なくなかつたのは薄播苗は発根力が旺盛であり、窒素や珪酸の含量からも苗の素質そのものが強健であつたと推察されこれらのことが土壤の不良環境の影響を受けることが少なくなつた原因と思われる。

以上のことから、腐植質水田に於ては、春耕時に晴天でよく土壤が乾燥した場合には、湛水後直ちに代播して挿秧することは、イモチ病を多発させる危険があり、湛水後3日以上経てから挿秧することが安全である。また厚播苗は危険が多く、薄播苗を用いれば被害を軽減することが出来ると考えられる。

なおズリコミ症状の発現については、これらの条件との関係を明らかにすることが出来なかつたが、菌の接種を伴なわなければ、土壤環境その他の条件が不良であつてもズリコミ症状を現わさないようである。

8. 摘 要

腐植質の含量が高く、乾土効果の高い裏東北の水田では、春の乾燥した年に挿秧後間もなく根腐を伴うイモチ病が大発生することがある。秋田県での実態調査によりその原因を推定し、その結果を確認するため2、3の実験を行った。その結果を要約すると次の如くである。

1. 秋田県の実態調査によれば、水不足による田植の遅れ、苗の徒長、早魃による土壤の甚だしい乾燥、湛水直後の挿秧等が挿秧直後の根腐を伴うイモチ病の発生と密接な関係があると推定された。
2. 接種試験の結果では、厚播苗を用いた場合は移植前の湛水期間の短かいものは長いものよりイモチ病の発生が多い。しかし薄播苗では発病が少なく区間の差が殆んど見られなかつた。
3. 乾燥した土壤を湛水状態にすると、土壤の酸化還元

電位は初め急激に下り、日の経過と共に降下は緩慢となる。また乾土効果によるアンモニアの生成量は湛水後の日数の多いほど大であつた。

4. 移植前の湛水期間が短かいほど稲根の伸長は悪く、植傷みも大であつた。しかし発根数には差がなかつた。
5. 薄播苗は厚播苗に比し生育旺盛で発根力も大きく、窒素含量が高く、C/N率は低い。珪化細胞数は若苗では薄播に多く、老化苗では厚播に多い。
6. 以上の実験結果から、厚播苗では移植前の湛水期間が短かい場合にイモチ病の発生の多かつた原因は、土壤の酸化還元電位が不安定であり、このことが苗の活着を悪くし、耐病性を低下させたためと思われる。しかし薄播苗は苗の素質そのものが強健で土壤の不良環境の影響を受けることが少くなく、従つて発病も少くなく又区間の差もなかつたものと思われる。
7. 以上のことから腐植質の多い水田で春耕時によく土壤が乾燥した場合には、湛水後直ちに代播して挿秧することはイモチ病を多発させる危険があり、湛水後3日以上を経てから挿秧することが安全である。また厚播苗は

危険が多く、薄播苗を用いれば被害を軽減することが出来ると考えられる。

引用文献

- 1) 川口桂三郎. 1948. 土壤化学第6編. 水田の土壤化学.
- 2) 塩入松三郎. 1948. 休閒期に於ける水田土壤乾燥の効果について. 農林省農試報告 64 : 1~24.
- 3) 塩入松三郎・青峰重範. 1937. 水田状態の土壤中に於けるアンモニア態窒素の消長について. 日土肥誌 11 : 389~392.
- 4) 塩入松三郎・青峰重範・宇都要次・原田登五郎. 1941. 水田土壤乾燥の効果に就いて. 日土肥誌15 : 331~333.
- 5) 山根一郎. 1953. 腐植質水田土壤に関する研究. 第1報 アンモニヤ化成並びにEh—時間曲線に及ぼす硫酸塩, 硫化水素, 青化物等と影響. 東北大農研彙報 5 : 139~148.

Résumé

In the district where the soil contains rich humus, it has been frequently observed that the blast disease of rice accompanied with root rot commonly occurs soon after the transplanting of seedlings in the year when the paddy soil dried too much in the spring. In the present paper, the writers report the results of some experiments conducted to inquire into the reasons for the fact above mentioned.

After the pathological survey in such districts, the following was presumed to be the causes of prevalence of the disease, viz. the transplanting was too late, the soil was too dry before irrigation and the seedlings were too old and were transplanted too soon after irrigation.

From the results of the experiments, it was concluded that the prevalence of blast disease on rice plants transplanted soon after irrigation was caused by the following; viz. the oxidation reduction potential of the soil was unstable and therefore the damage of the transplanting of seedlings became severe. The seedlings thickly sown in the nursery bed were influenced in high degree by the unfavorable conditions of soil, but the sparsely sown seedlings were not and therefore were more highly resistant to the disease.

Considering from the fact above stated, in humus rich paddy field where the soil was dried too much, the transplanting of seedlings soon after irrigation should make the disease severely prevalent. Therefore it may be favorable to transplant them more than 3 days after irrigation, and if the sparsely sown seedlings are used the damage by the disease may become decreased.

腐植質水田に於ける土壤条件と イモチ病に関する研究

第2報 土壤の酸化還元電位とイモチ病との関係

徳 永 芳 雄・古 田 力

Studies on the blast disease of rice in humus rich paddy field, with special reference to soil conditions

2. Influence of the oxidation reduction potentials of soil upon the occurrence of rice blast

Yosio TOKUNAGA and Tsutomu FURUTA

1. 緒 言

前報⁸⁾に於て乾燥した土壤に湛水し稲苗を移植した場合に、移植前の湛水期間が短かいほど土壤の酸化還元電位は高く、葉イモチの発生が多かつたが、土壤の酸化還元電位が直接稲の耐病性に影響を与えたというよりはむしろ土壤の酸化還元電位が移植後急激に降下したことが苗の活着に影響し、発病を多くしたのではないかと考えられた。そこで土壤の酸化還元電位そのものが水稻のイモチ耐病性にどのような影響を与えるかを知るために、同一母材から酸化還元電位の異なる値ではば安定した土壤を作り、これに稲苗を移植してイモチ病の接種試験を行った。ここにその結果の概要を報告する。

2. 湛水による土壤の酸化還元電位の変化

同一土壤を母体として酸化還元電位 (Eh) の異なる試験区を作ることを目的として、土壤を乾燥又は湿潤状態に保ちまたは炭水化物を添加した場合の Eh の変化を高温及び低温に於て検討した。

1) 実験方法

東北農業試験場栽培第1部水田の表土を採取し、硝子室内で風乾し、これに葡萄糖または可溶性澱粉を加えたもの及び浸潤状態で2週間保った土壤に水を加えてよく混和し、湛水状態として28°C及び20°Cの恒温器に入れ、土壤の Eh の変化を測定した。EhはBrown氏法により島津K—2型電位差計を使用し、Eh及びpHを測定しpH6に換算してEh₆を求めた。

2) 実験結果

第1表 風乾土と湿潤土の湛水によるEh₆(mv)の変化

湛水後 日 数	20°C		28°C	
	風 乾 土	湿 潤 土	風 乾 土	湿 潤 土
0 日	472.9	542.4	472.9	542.4
1	189.0	470.0	215.7	537.0
2	289.0	329.8	304.6	431.3
4	216.0	282.3	215.3	411.3
7	165.3	293.0	193.2	367.3
10	141.0	292.3	170.0	299.3
14	—	204.5	—	245.5

風乾土と湿潤土を湛水状態にした場合の Eh の変化は第1表に示したように、風乾土では湛水後急激に降下するが2日目にはやや上昇し、以後また降下するが、降下度は日の経過と共に緩慢になった。湿潤土では湛水後急激な降下はなく、漸次降下し、10日目に於てもかなり高い数値を示した。

風乾土に炭水化物を加えて湛水した場合の Eh の変化は第2表に示したように、無添加の乾土と同様湛水直後に急激に降下するが、その程度は甚しく—500mv以下にも達するものがあつた。また Eh の回復も遅く、添加した炭水化物の消費と共に上昇し、以後漸次降下した。

3. 土壤の酸化還元電位と葉イモチ病の発生

1) 第1実験

i) 実験方法

栽培第1部水田の表土を採取し、第3表のとおり処理

第2表 風乾土に炭水化物を添加し灌水した場合の E_h (mv) の変化

灌水後 日 数		28℃								20℃							
		葡 萄 糖				可 溶 性 澱 粉				葡 萄 糖				可 溶 性 澱 粉			
		1.0%	0.5%	0.1%	0.01%	1.0%	0.1%	0.01%	1.0%	0.5%	0.1%	0.01%	1.0%	0.1%	0.01%		
0 日	430.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1	199.0	-190.9	-43.7	302.6	299.6	-561.5	-413.5	254.0	348.7	380.4	387.8	328.3	226.3	179.3	222.3		
2	250.2	*-500.0	*-500.0	229.5	278.0	-212.2	-175.0	214.0	-96.0	9.7	272.5	267.0	-246.2	127.0	233.0		
4	254.6	*-500.0	211.8	185.3	199.0	-103.7	190.3	122.8	*-500.0	*-500.0	223.6	240.3	—	79.3	162.3		
7	116.0	192.0	163.0	71.3	52.3	220.5	70.0	107.5	*-500.0	154.3	124.5	129.3	-217.0	164.5	201.0		
10	75.5	108.5	142.8	*-300.0	*-300.0	223.0	70.5	69.0	99.0	215.5	187.3	185.8	61.0	146.0	140.0		
14	-86.7	127.2	134.3	139.0	84.5	—	—	—	101.0	165.8	135.0	106.5	—	—	—		
20	—	91.0	116.0	—	—	—	—	—	141.0	104.0	—	—	—	—	—		

備考 *はpH測定不能のため正確な数字を求め得なかつたもので、この数字以下であつたと推定される。

第3表 試験区と処理

区 別	採 土	処 理	添加物	湛 水	移 植	接 種		調 査		
						第 1 回	第 2 回	第 1 回	第 2 回	
早植	湿润区	5月8日	湿潤状態	—	5月31日	6月13日	6月23日	—	7月3日	—
	乾燥区	"	硝子室乾燥	—	"	"	"	—	"	—
	澱粉区	"	"	澱粉	"	"	"	—	"	—
	鉄粉区	"	"	鉄粉	"	"	"	—	"	—
晩植	湿润区	"	湿潤状態	—	6月15日	6月26日	7月9日	7月18日	7月19日	7月25日
	乾燥区	"	硝子室乾燥	—	"	"	"	"	"	"
	澱粉区	"	"	澱粉	"	"	"	"	"	"
	鉄粉区	"	"	鉄粉	"	"	"	"	"	"

し、添加物を加えて5万分の1反ポットに詰め、湛水状態とし、 E_h はほぼ安定するのを待つて稲苗を移植し、活着後イモチ病菌を接種し、発病を調査した。用いた苗は陸羽132号で坪当2合または5合播とし、常法により苗代で育苗し、苗代日数は48日(早植)及び61日(晩植)である。

なおポットの土壌量は2kg、澱粉及び鉄粉の添加量は夫々2g及び20gである。施肥は1ポット当り硫酸2.5gを移植前日に施用した。湛水前の土壌の水分量は湿润区25.5~30.7%、他区は5.6~8.7%であつた。稲苗は1ポット5本とし、等間隔に同一円周上に植付けた。早植及

び晩植の第1回接種は各区3ポット、晩植の第2回接種は5ポットを供試した。土壌の E_h は各土壌を20メツシユに篩い、15gを径2cm、長さ15cmの硝子製管瓶に詰め、試験区の湛水日に蒸留水を加えてよく混和し、各試験区と同一に処理したポットに埋没して置き、所定の日に抜き取つて測定した。なお参考のため、 NH_3-N の生成量を測定した。

ii) 実験結果

a. 早植の場合

土壌の E_h の変化は第4表のように、鉄粉区だけは急激に降下し、9日目で75mvを示してほぼ安定し、他の

区では区間の差は少なく 300mv 内外で安定した。試験終了の7月3日頃までは比較的低温であつたので大体大差なく経過したものと思われる。

第4表 土壤のEhの変化(早植, 5月31日湛水)

測定 月日	湿潤区		乾燥区		澱粉区		鉄粉区	
	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH
V. 31	562	5.2	631	5.0	—	—	—	—
VI. 3	451	5.3	402	5.3	395	5.4	170*	—
6	373	5.5	348	5.7	302	6.4	80*	—
9	329	5.7	283	6.0	269	6.8	75	9.3
12	319	6.2	314	6.8	301	7.4	60*	—
18	316	6.6	304	6.9	303	8.3	50*	—
22	315	6.9	326	7.3	291	7.8	40*	—

備考 *はpH測定不能のため推定値である。

土壤中のNH₃—Nの生成量は第5表のとおり、乾燥した土壤を用いたものに大であるが、特に澱粉、鉄粉等を添加しないものに著しい。また接種試験の結果は区間の差は余り明瞭でないが、NH₃—Nの大であつた乾燥区に発病が最も大で土壤のEhとの間に相関は認められなかつた。

b. 晩植の場合

土壤のEhの変化は第6表に示した通りで、早植の場合と同様な傾向を示したが、全般的にEhの値が低く、鉄粉区は負の値を示した。これは早植の場合より温度が高かつたためと思われる。NH₃—Nの生成量は第7表

第5表 土壤のNH₃—N及び葉イモチの発病(早植の場合)

区 別	NH ₃ —N		総病斑数		葉長1m当 病 斑 数	
	6月 13日	7月 6日	2合播	5合播	2合播	5合播
湿潤区	2.47	4.86	249	451	39.0	63.6
乾燥区	3.11	11.29	188	477	33.1	72.0
澱粉区	1.81	7.78	144	373	24.2	56.1
鉄粉区	5.28	8.09	177	378	30.7	58.6

備考 NH₃—Nは乾土100g当りmg

第6表 土壤のEhの変化(晩植, 6月15日湛水)

測定 月日	湿潤区		乾燥区		澱粉区		鉄粉区	
	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH
VI. 15	494	4.4	522	4.7	—	—	—	—
18	443	5.3	394	5.4	372	5.4	— 27	8.8
22	340	5.7	362	6.5	285	6.1	—115	9.6
25	345	5.9	272	6.4	274	7.1	— 34	8.2
VII. 3	269	5.9	259	7.1	258	7.7	—	—
17	216	7.0	327	8.6	120	7.4	— 54	9.0

の通り、区間の差は早植の場合ほど著しくない。発病調査の結果は、第7表の通り、第1回接種試験では鉄粉の発病が大で、土壤のEhと関係がありそうに見えるが、第2回接種試験では湿潤区だけ発病が大で、両者の関係は認められない。

第7表 土壤のNH₃—N及び葉イモチの発病(晩植の場合)

区 別	NH ₃ —N		第 1 回 接 種				第 2 回 接 種			
	乾土100g当mg		総 病 斑 数		葉 長 1 m 当 病 斑 数		総 病 斑 数		葉 長 1 m 当病斑数	
	7月4日	7月23日	2合播	5合播	2合播	5合播	2合播	5合播	2合播	5合播
湿 潤 区	4.60	23.23	372	993	46.9	101.2	488	1,032	66.5	109.2
乾 燥 区	7.69	23.85	460	791	73.9	93.3	295	551	44.2	64.3
澱 粉 区	7.32	19.72	414	1,041	56.3	116.8	570	372	73.1	41.7
鉄 粉 区	8.47	22.32	683	1,300	99.4	164.0	434	477	66.6	57.4

2) 第2実験

i) 実験方法

第8表の如き土壤処理を行ない、前実験と同様な方法で、5月27日湛水し、6月10日1ポット当りN、P₂O₅、K等を各々0.5g宛加え、6月11日稲苗を4本宛移植した。湛

水前の土壤の水分含量は風乾土6.0%、湿潤土32.0%であつた。用いた苗は陸羽132号、坪当り3合播の48日苗で、草丈20.8cm、苗令7.2であつた。イモチ病菌の接種は6月24日、各区5ポットを供試し、7月1日発病を調査した。土壤のEh₆及びNH₃—Nの測定は前実験と同

様である。

第8表 試験区及び土壌処理

試験区	処 理	添 加 物
湿 潤 区	湿润状態	—
乾 燥 区	硝子室乾燥	—
澱粉多量区	"	可溶性澱粉 0.1%
澱粉少量区	"	" 0.01%
葡萄糖多量区	"	葡萄糖 0.1%
葡萄糖少量区	"	" 0.01%

ii) 実験結果

土壌の Eh の変化は第9表の通り、各区共湛水後15日目には著しく降下したが、湿润区は乾燥区より約100mv 高く、可溶性澱粉及び葡萄糖を添加した区は乾燥区とはほぼ同一の値を示したが、葡萄糖多量区だけは更に約 100 mv 低い値を示した。此の測定では添加物の効果が明らかでなかった。これは添加物の効果が7～10日で消失し以後は乾燥区と同一の行動を取つたためと思われる。苗の移植時には湿润区は約 300mv、葡萄糖多量区は約 100mv、他の4区は約200mvとなつた。またイモチ病菌の接種が行われた。6月24日には湿润区273mv、その他の区は0mv前後となつた。

第9表 土壌処理と酸化還元電位の変化(5月27日湛水)

区 別	原 土		6 月 11 日		6 月 24 日		7 月 25 日	
	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH	Eh ₆	pH
湿 潤 区	616	4.9	294	5.9	273	6.9	45	7.6
乾 燥 区	452	5.0	191	8.9	— 15	6.9	— 14	7.5
澱粉多量区			171	9.0	— 12	7.2	— 5	7.6
澱粉少量区			204	8.5	17	7.2	— 29	7.6
葡萄糖多量区			95	8.7	— 38	7.3	2	7.6
葡萄糖少量区			205	8.3	— 26	7.2	56	7.6

第10表 土壌の処理とアンモニア態窒素の生成(乾土100g当mg)

区 別	6 月 13 日	6 月 24 日	7 月 25 日
湿 潤 区	2.13	4.41	14.57
乾 燥 区	11.46	14.32	46.45
澱粉多量区	7.96	12.60	31.06
澱粉少量区	12.74	11.67	23.29
葡萄糖多量区	11.82	12.23	29.26
葡萄糖少量区	11.46	12.36	30.46

土壌中に生成されたアンモニア態窒素の量は第10表の通りで、風乾土壌を用いた区はいずれも湿润土壌を用いたものより著しく高く、就中添加物を加えない区が最高を示した。

稲の生育並に発病調査の結果は第11表に示した通り、挿秧後12日目では風乾土を供試した区は生育が悪く草丈は0.6～3.5cmの生長量を示したに留まるが、湿润土を用いた区では生育良好で約12cmの生育量を示した。この生育量の差は7月17日の調査でも認められたが、8月17日の調査では湿润区より風乾土を用いた区の方が草丈

第11表 土壌処理と稲の生育及び葉イモチ病(3区平均)

区 別	草 丈 (cm)				茎 数 (本)				葉長1m当 病 斑 数
	6月11日	6月23日	7月17日	8月17日	6月11日	6月23日	7月17日	8月17日	
湿 潤 区	20.5	33.1	51.5	56.9	1.0	1.8	6.4	12.1	265.8
乾 燥 区	20.5	21.4	40.7	63.3	1.0	1.0	3.9	9.6	256.4
澱粉多量区	20.5	22.2	31.2	62.9	1.0	1.0	3.0	10.1	251.1
澱粉少量区	20.5	24.3	34.3	64.4	1.0	1.2	3.8	9.3	285.5
葡萄糖少量区	20.5	22.3	35.8	64.7	1.0	1.0	3.0	7.9	279.5
葡萄糖少量区	20.5	23.2	33.2	67.2	1.0	1.2	4.0	9.3	226.6

は高く、この期間の生育量は7月17日前と逆転した。病斑数では各區間に大差なく、また病斑型も灰緑色の斑点に始まり、中毒部、壊死部、崩壊部を有する大形の典型的な病斑に発達し、各ポットとも一様にズリコミ症状を呈するに至った。本実験でも発病と土壤の E_h との間に密接な関係は認められなかった。

4. ズリコミイモチと土壤の酸化還元電位

上記の実験では葉イモチの発生と土壤の酸化還元電位との間の関係は認められなかったが、イモチ病に烈しく

侵されズリコミ症状を呈している水田では、土壤の還元が強いと思われる場合が多いので、この間の関係を知ろうとして次の実験を行った。

i) 実験方法

同一圃場内でズリコミ症状を呈した部分と、それに接近した無被害の場所とから土壤を採取し、 E_h を測定した。土壤は地表から 10cm の深さまで円筒で抜き取り、その表面 3cm を除き使用した。実験は昭和25年8月1日及び3日に合計8例について行つた。

ii) 実験結果

第12表 ズリコミイモチと土壤の酸化還元電位 (E_h mv)

採取場所	8月1日				8月3日			
	A	B	C	D	E	F	G	H
ズリコミダ所	108 (7.5)	103 (6.8)	1 (6.7)	33 (7.2)	13 (6.3)	-108 (6.4)	94 (6.3)	-1 (6.2)
ズリコミナイ所	158 (7.3)	108 (6.6)	16 (6.4)	22 (6.6)	27 (6.5)	43 (6.7)	95 (6.1)	-54 (6.7)

上表によれば各例毎に比較すると、1例を除き、ずりこんだ場所はそうでない場所より E_h の数値が低く出ているが、この成績で土壤の酸化還元電位とズリコミ症状の発現とを関係づけることは危険である。むしろズリコミ症状を現す前の土壤状態を調査する必要があり、また E_h の測定には土壤の採取方法にも問題があるようである。

5. 考 察

植物の地下部も地上部と同様呼吸を営んでいるので、酸素を必要とする。従つて地中の酸素の供給状態が植物の生育に重要な影響を与える場合が多い。地中の酸素の状態は酸化還元電位により表示することが可能であるので、土壤の酸化還元電位と作物の生育との関係について論じた報告は少ない。水稻は比較的地中の酸素を必要としない植物であることは既に多くの研究がある。

STURGIS⁶⁾ は水稻の生産力を土壤の酸化還元電位で決定することは困難であると報告している。塩入は老朽化水田土壤の研究に於て土壤中の酸化還元は単に作物の根部の呼吸作用に影響するのみでなく広く地中の酸化還元系の物質の移動により作物の生産力に影響することを明らかにしている。松浦²⁾ は土壤に假粉を添加し、或いは地下水位を調節して土壤の酸化還元電位に変化を与えた実験を行ない、水稻の生育、生産力に影響するところが大きいと述べている。土壤の E_h が水稻の生育に及ぼす影

響について実験的に証明したものは少なく、またその影響が E_h そのものであつたかどうかという点にも疑問が多い。しかしこの両者の間に密接な関係があるであろうことは理論的には考え得ることで、従つて病害抵抗性についてもどのような関係があるか検討する必要がある。

挿秧前の湛水期間とイモチ病との関係について行つた前報の実験で、病菌接種時の土壤の E_h と発病とは平行的であつたが、この場合は土壤の E_h が降下の途上であり、また苗の活着の良否の影響がむしろ大であつたと考えられた。本報告で述べた実験では湛水後急激に E_h が降下し、ある程度安定した時に苗を移植し、活着の差異の影響を除いて、 E_h の影響を検討しようと試みたのであるが、 NH_3-N その他の条件をすべて同一にすることは不可能であつた。

第1実験では鉄粉区だけ土壤の E_h が低く、他の区と約 200mv の差を生じた。接種試験の結果、早植の場合の土壤の E_h との関係は全く認められず、土壤中の NH_3-N の生成量と平行的であつた。しかし晩植の7月9日接種の場合は鉄粉区だけ発病が多かつた。この区の E_h は負の値を示し、強い還元状態であつたので、耐病性に影響を与えたと考えられる。7月18日接種の場合は1例を除き各区とも発病が少なく、区間の差も少なく、鉄粉区に特に発病の多い結果は得られなかったが、ただ5合播の湿润区が稍々高い発病を示した。この原因を説明す

るに足る資料は得られなかつたが、全般的に発病が少なく、区間の差が出なかつたのは、窒素不足の状態であつたためと思われ、湿潤区で発病が高かつたのは土壌中の $\text{NH}_3\text{—N}$ の生成が遅れたために窒素不足の程度が比較的軽かつたためではなからうかと想像される。

第2実験では土壌の Eh は湿潤区と風乾土を用いた区との間に接種時には約 300mv の差を生じたが、その後湿潤区の Eh は下り、7月25日には45mvを示した。イモチ病の発生は区間に多少の差があつたが、有意差を認めなかつた。湿潤区は $\text{NH}_3\text{—N}$ の生成量が少なく、接種時の Eh 高いのに拘らず他区と差がなかつたのは接種後の Eh の降下に伴う障害により発病が増加したためではないかと考えられる。これに反し、乾燥区及び澱粉多量区が $\text{NH}_3\text{—N}$ の生成量が多いのに拘らず発病が比較的小さいのは土壌の Eh が安定していたためではなからうか。また葡萄糖少量区が最も低い発病を示したのは土壌の Eh が一から十の方向に動いたことが稲に好影響を与えた結果ではないかと想像される。

圃場観察で土壌の還元が強く、硫化水素の発生が認められるような水田ではイモチ病の被害が甚しく、多くはズリコミ状を呈するが、ズリコミ症状を呈した場所とそうでない場所について土壌の Eh を測定した結果は両者間に明確な差が認められなかつた。イモチ病の発病程度とズリコミ症状の程度との間には必ずしも平行関係がないことから考えると、この程度の Eh の差ではイモチ病の発生を大きく支配したとは考えられない。要するに土壌の酸化還元電位と水稻のイモチ病耐病性との関係については、実験期間中 Eh を一定に保つことが困難であること、 Eh の変化とともに $\text{NH}_3\text{—N}$ の量も変化すること、強い還元状態では、硫化水素の発生を伴うこと等のため、純粋に Eh の影響を測定することは困難であるが上述の実験結果と圃場観察とを綜合して判断すれば次の如くである。

(1) 土壌の Eh が不安定で降下が烈しい時は耐病性を低下する。

(2) 土壌の Eh が安定しているときは300～0mv位の範囲では耐病性に及ぼす影響は少なく、乾土効果による $\text{NH}_3\text{—N}$ の影響の方が大きい。

(3) 土壌の Eh が負になる場合は耐病性を低下するようであるが、0～-40mv位の範囲では大きな影響はない。

(4) 硫化水素を発生する程度まで還元になれば耐病性を著しく低下するが、この場合は硫化水素の障害と不可分である。

6. 摘 要

1. 土壌の酸化還元電位が水稻のイモチ耐病性にどのような影響を与えるかを知るために、同一母材から酸化還元電位の異なる値で略々安定した土壌を作り、これに稲苗を移植して活着後イモチ病菌を接種し発病を調査した。
2. 湛水後の土壌の酸化還元電位の降下は、湿潤に保つた土壌では緩慢であるが、乾燥した土壌では急激で特に炭水化物や鉄粉を加えたものが甚しい。
3. 土壌の Eh が安定しているときは本実験の範囲内 ($\text{Eh}300\sim-40\text{mv}$) では稲のイモチ耐病種に及ぼす影響は殆んどなく、乾土効果による $\text{NH}_3\text{—N}$ の影響の方が大きい。
4. イモチ病によりズリコミ状となつた場所と近接の無被害場所について土壌の Eh を測定したが明確な差は見られなかつた。

引 用 文 献

- 1) 川口桂三郎. 1948. 土壤化学第6編. 水田土壌の化学.
- 2) 松浦章. 1952. 土壌の酸化還元電位が作物の生産力に及ぼす影響に関する研究. 島根農試77周年記念報告 2 : 1～178.
- 3) 塩入松三郎. 1948. 休閑期に於ける水田土壌乾燥の効果に就いて. 農林省農試報告 64 : 1～24.
- 4) 塩入松三郎・青峰重範. 1937. 水田状態の土壌中に於けるアンモニア態窒素の消長について. 日土肥誌 11 : 389～392.
- 5) 塩入松三郎・青峰重範. 1938, 1940. 湛水状態の土壌における窒素の形態変化. 日土肥誌 12 : 406～410, 14 : 369～370.
- 6) STURGIS, M. B. 1936. La. Agr. Sta. Bull. 271.
- 7) 鈴木新一・本谷耕一. 1950, 1951. 湛水土壌の酸化還元について. 日土肥誌 21 : 59～60, 22 : 330, 331.
- 8) 徳永芳雄・古田力. 1957. 腐植質水田に於ける土壌条件とイモチ病に関する研究. 第1報 挿秧前の灌水期間とイモチ病との関係. 東北農試報告 13 : 12～18.
- 9) 山根一郎. 1953. 腐植質水田土壌に関する研究. 第1報 アンモニヤ化成並びに Eh 一時間曲線に及ぼす硫酸塩, 硫化水素, 青化物等の影響. 東北大農研彙報 5 : 139～148.

- 10) 山根一郎・佐藤和夫. 1956. 水田土壤のアノモニヤ並びにガス生成に及ぼす畑状態処理の影響. 東北大農研集報 7 : 239~254.

Résumé

Herein are reported the results of investigations on the influence of oxidation reduction potentials of soil upon the occurrence of blast disease of rice. The descension of oxidation reduction potential of soil after the standing of water was slow in wet soil, but it was rapid in dry soil, especially in soils added carbohydrates or iron powder. The soils those oxidation reduction potentials were controlled in different levels, were made of the same materials, and the rice seedlings were transplanted on them, then the plants were inoculated with blast fungi. After the experiments of three times, the oxidation reduction potential had scarcely any influence upon the resistance of rice plants to the blast disease as far as the experiments (300~-40 mv. of Eh) concerned. And the influence of $\text{NH}_3\text{-N}$ produced by drying effect of soil was rather larger. On the plots where the rice plants were stunted by the blast and the plots where the plants were healthy, the oxidation reduction potentials of soils were examined comparatively, but no difference was observed in both plots.

水稻主要害虫に対する殺虫剤の 使用法に関する研究

第1報 イネカラバエの防除効果に及ぼすデ ルドリン乳剤の散布液量と濃度との関係

湖 山 利 篤・堀 口 治 夫

Studies on the application of insecticide to some pests of rice

1. Relation of spraying concentration and volume of dieldrin in control on the rice stem maggot, *Chlorops oryzae* MATSUMURA

Toshiatu KOYAMA and Haruo HORIGUCHI

東北地方では、水稻害虫の防除にあたって、西南暖地で常用されている方法をそのまま適用されている場面が多いようである。勿論、稲の生育相と害虫の生態、とくに害虫の発生期には著しい地域性があるので、当然防除手段に若干の修正が行なわれ、その地域に適合した散布時期が選ばれている。しかし、散布液の濃度とかその量については現在ほとんど地域性を加味した考慮がはられていない。そこで、著者らは東北地方での薬剤の適用方法について今後報告する一連の研究をはじめたわけである。

第1報として、イネカラバエの防除に使用されるデイルドリンを用い、その散布液量と濃度とを種々組み合わせ稲に附着した有効成分量を調べることによつてどれが最も有効であるかを吟味したのでその概要を記した。とくに、反当原液量という考え方で、何倍液の何斗散布という従来の処方について考察してみた。

本虫防除に際して有効な薬剤の使用の手がかりにもなれば幸と思う次第である。

1. 試験条件と調査方法

この試験は、秋田県大曲市所在の農林省東北農業試験場栽培第一部の圃場において、1反歩の面積で行なつた小規模なものである。

供試した水稻品種はイネカラバエの加害をうけ易い農林16号であり、1956年4月29日に播種、6月8日に3本植として1坪当り64株に移植した。1区の面積は8株×

8株の1坪であり、3区制とし、そのうちの1区から薬剤の附着量を測定するために稻株を抜き取つた。

デイルドリン乳剤(18.5%)の反当投入量100, 200, 400, 600, 800ccの5種と、反当散布液量2, 4, 8, 16斗の4種とを組み合わせた20区を設定した。この稀釈倍数と有効成分量とを計算して示したものが第1表である。すなわち、45倍液(0.4%)から2880倍液(0.006%)

第1表 デイルドリン乳剤(18.5%)の
反当散布量と濃度

試験区 番 号	反 当 散 布 量	反当散布 原 液 量	稀釈倍率	有 効 成 分 量
	斗	c.c.	倍	%
1	2	100	360	0.051
2	2	200	180	0.103
3	2	400	90	0.206
4	2	600	60	0.308
5	2	800	45	0.411
6	4	100	720	0.026
7	4	200	360	0.051
8	4	400	180	0.103
9	4	600	120	0.154
10	4	800	90	0.206
11	8	100	1,440	0.013
12	8	200	720	0.026
13	8	400	360	0.051
14	8	600	240	0.077
15	8	800	180	0.103
16	16	100	2,880	0.006
17	16	200	1,440	0.013
18	16	400	720	0.026
19	16	600	480	0.038
20	16	800	360	0.051

にわたる濃度の散布液を2～16斗にわたって散布したことになる。

薬剤の散布日はイネカラバエの産卵最盛日に当る6月28日で、当時稲の草丈は25～30cm、1株の茎数は8～9本であつた。散布時間中は無風、曇天で湿度が高かつたが、散布終了後3時間で茎葉に水滴がなくなりほとんど乾燥した。散布する区には1間立方のビニール張り枠をかぶせ、この中で小型手押し噴霧器によつて所定量を散布した。散布後1週間は晴天が続き、日中気温が25～27°Cであつたが、8日目に風をとまなう7mm程度の降雨があり、その後5日間は晴れたり曇つたりの天候で気温は20～26°Cの範囲であつた。また、試験田はイネアオムシの発生のため、8月初旬にBHC 1.0%粉剤を1回散布したが、それ以外の病虫害の被害はほとんどなかつた。

つぎに、散布当日における稲体に附着したデルドリンの有効成分量と、翌日、3日後、7日後の残留量とを知るため、稲株を根元から切りとり、これを径3.5cm、長さ38cmのガラスチューブに入れて室内にもち帰り、下記の方法によつて測定した。すなわち、まず、稲株を採集した当日の生体重を測定した後、ベンゼンでデルドリンを抽出した。内径7cm、深さ1.5cmのシャーレに敷いた濾紙にこの抽出液の1c.c.をしみこませ、30°Cで1.5時間を経過させることによつてベンゼンを揮発させた。これに純エーテルで軽く麻酔したシヨウジョウバエ20頭を放ち、27.5°Cに保つて7時間後まで毎時の落下仰転虫数を調べた。そして、その成績を予め測定した実験値と対照することによつて供試液に含有されたデルドリンの濃度を推定した。

また、傷穂数については8月下旬に試験区の全数にあたる64株を1株ごとに調べ、2区の平均値によつて防除効果を判定した。

II. 散布量と附着量との関係

さて、実際に薬剤を散布したときの観察からいえば、草丈30cm程度の稲では散布していくばあいには4斗程度が時間からいつても、また、稲に充分かける技術からいつても好都合のようであつた。反当2斗の散布量は薬液が不足がちとなり、また、噴口をはやく移動させることによるかけもらしの場合があり、といつても8斗以上になると散布時間が延長する関係から何回も同じ稲株に噴霧しなければならないから薬液は洗い流されてしまう。このような実際面からの体験と観察からいえば4斗附近が適量のように考えられた。しかし、以上の量が果して妥

当であるかどうかはその防除効果の要因と思われるデルドリンの有効成分がどれだけ稲株に附着しているかという点から吟味されなければならない。

そこで、第2表に示した各試験区の附着量から、この点を検討してみた。以下に示す附着量というのは、散布当日に稲の茎葉に附着していたデルドリンの有効成分をp.p.m.によつて表現したものである。

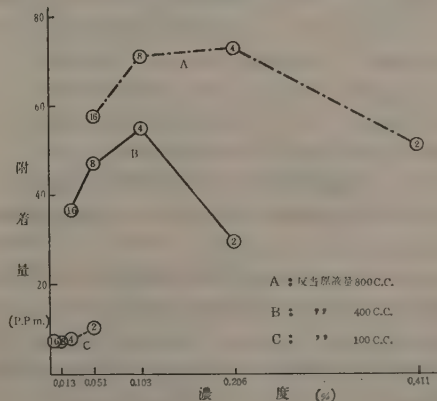
まず最初に、散布量の多少によつて稲株別の附着量がどのように変異しているかをみれば散布量の多い区ではその変異巾が小さく、少ない区ほど大巾に動き、いわゆる附着量の株別のばらつきがひどくなる。第2表をみればわかるように、反当2斗散布では最大附着量が最小附着量の20倍にも達しているが、4斗で5～10倍、8斗で2～4倍、16斗で2～3倍というようにその巾が狭くなっている。

また、散布液の濃度による附着量のばらつきをみれば同一散布量であればその間の差は少ない。ともかく、散布量は附着量のばらつきに影響する因子として重要な意義をもつ。

つぎに、一定面積に投入する原液を一定としたときに稲に附着する有効成分が散布量によつてどのように変化するかを示せば第1図のとおりである。このばあい、散布液の濃度は稀釈倍率によつて異なるが、しかし、理論的にいえばその附着量は稀釈倍率にかかわらず一定のはずである。

しかし、反当原液量が400～800c.c.の範囲内では第1図に示したように稲体に附着する有効成分が最大となつたものは4斗の散布量区であつた。そして、散布液が少

第1図 反当原液量の散布量による濃度変化と水稻に対する附着量との関係 (○印内の数字は反当散布量(斗)を示す)



第2表 散布日の1株当りの附着量

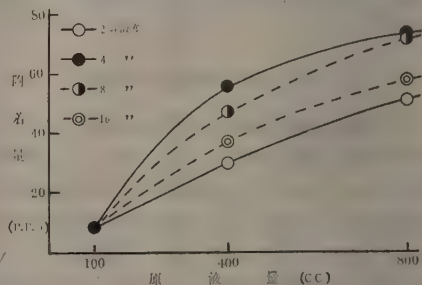
試験区番号	生体重	検出量	附着量	試験区番号	生体重	検出量	附着量	試験区番号	生体重	検出量	附着量
	g	γ	p.p.m.		g	γ	p.p.m.		g	γ	p.p.m.
1	2.6	3.0	1.2	3	2.4	5.0	2.1	5	2.1	12.0	5.7
(2斗)	2.5	11.5	4.6	(2斗)	2.9	64.0	22.1	(2斗)	2.2	105.0	47.7
(100cc)	3.0	15.0	5.0	(400cc)	3.3	78.0	23.6	(800cc)	2.8	120.0	42.9
	2.9	62.0	21.4		2.1	130.0	61.9		2.6	175.0	67.3
	3.5	72.5	20.7		3.9	150.0	38.5		3.3	300.0	90.9
平均値	2.9	32.8	10.6	平均値	2.9	85.4	29.6	平均値	2.6	142.0	50.9
6	2.0	7.0	3.5	8	3.0	25.0	8.3	10	2.1	50.0	23.8
(4斗)	2.2	8.0	3.6	(4斗)	2.2	80.0	36.4	(4斗)	2.1	70.0	33.3
(100cc)	1.9	12.0	6.3		2.1	100.0	47.6		2.5	120.0	48.4
	2.5	15.0	6.0		3.4	145.0	42.6		3.5	170.0	48.6
	2.7	16.5	6.1		2.3	155.0	67.4		3.2	220.0	68.8
	2.9	17.5	6.0		2.2	180.0	81.8		3.0	260.0	86.7
	2.8	21.0	7.5		3.3	180.0	54.5		2.8	260.0	92.9
	2.6	25.0	9.6		2.4	200.0	83.3		3.0	300.0	100.0
	2.4	30.0	12.5		3.3	220.0	66.7		3.5	370.0	105.7
	2.7	45.0	16.7		3.9	260.0	66.7		3.3	400.0	121.2
平均値	2.5	19.7	7.8	平均値	2.8	154.5	55.5	平均値	2.9	222.0	72.9
11	3.2	10.5	3.3	13	2.4	70.0	29.2	15	1.7	70.0	41.2
(8斗)	2.5	12.0	4.8	(8斗)	2.9	120.0	41.4	(8斗)	2.0	110.0	55.0
(100cc)	3.1	15.0	4.8		2.7	150.0	55.6		2.1	170.0	81.0
	3.2	35.0	10.9		3.1	150.0	48.4		2.7	250.0	92.6
	3.0	37.0	12.3		3.3	200.0	60.1		3.1	270.0	87.1
平均値	3.0	21.9	7.2	平均値	2.9	138.0	47.0	平均値	2.3	174.0	71.4
16	2.1	7.5	3.6	18	2.6	60.0	23.1	20	2.8	92.0	32.9
(16斗)	3.1	14.0	4.5	(16斗)	2.1	80.0	38.1	(16斗)	2.7	150.0	55.6
(100cc)	3.0	22.0	7.3		2.4	100.0	41.7		3.0	150.0	50.0
	2.2	27.0	12.3		3.0	110.0	36.7		3.2	210.0	65.6
	2.9	30.0	10.3		2.7	120.0	44.4		3.1	260.0	83.9
平均値	2.7	20.1	7.6	平均値	2.6	94.0	36.8	平均値	3.0	172.0	57.6

くなるほど、つまり、その濃度が高くなるにつれて附着量が増大した。ただし、このばあいには反当4斗の散布量が限度であつて、それ以上液量を減らせばかえつて減少する。16斗の極多区と、2斗の極少量散布区ではたとえ原液が同量としても散布量の多いこと、また少ないことそれ自体の影響が強くあらわれて、附着量が少なくなることは当然考えられる。多量のばあいには流れ落ち、少量のときはかけもらしがその主因ではなからうか。

さらに、原液量が少なく、第1図で示した反当100c.c.のときには、附着量はごく少なくなりそのため液量の影響はあまりはつきりしなかつた。

以上から、一定面積に投入する原液量を一定としても稲体に附着する有効成分量は散布液量の多少によつて変動するといつてよいであろう。すなわち、第2図に示したように、反当原液量が400~800c.c.のばあいでは散布液量が減少するにしたがつて順次附着量が増加して、4

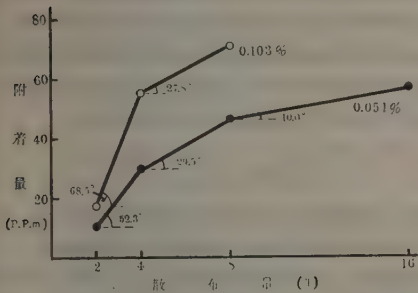
第2図 散布量からみたデイルドリン乳剤の原液量と水稻に対する附着量との関係



斗で最高となりそれ以下ではかえつて減少することを明らかにした。

つぎに同濃度の散布液のばあいには、その量の多少により附着量がどのように変化するかを図示すれば第3図の

第3図 デイルドリン濃度0.103%及び0.051%の散布量の増加にともなう附着量の変化



とおりである。いま第3図に示したように、附着量の増加傾向をその角度によつてみれば、2斗から4斗に散布量が増すときに最大角を示し、8斗以上の増加時にはあまり増加していない。つまり、散布液濃度が同じときには散布液量を多くするほど附着量は増加するけれども、

16斗以上もの多量になるとときには増加の割合は少なくなりほとんど限界に達すると考えられるようである。

Ⅲ. 水稻に附着したデイルドリンの残留性

供試水稻2〜3株を一緒にして抽出、デイルドリン量を検出した。この測定結果は第3表に示した。散布翌日には急激に減少しているが、これは恐らく夜間露によつて葉面に附着したデイルドリンの大部分が流亡したためと思われる。しかし、ここで残つたデイルドリンは固着したものらしく除々な減少経過を示した。すなわち、4斗散布で原液量400ccの区では、附着量の平均が55.5 p.p.m.で翌日には約1/3の12.4 p.p.m.に減少した。この割合で減少するならば散布後3日目には0.5 p.p.m.位になるはずであるのに実際には2 p.p.m.も残留していた。生物試験法では7日目以後の検出が不能であつたけれども固着したデイルドリンは相当期間残留するのではなからうか。

第3表 水稻に附着したデイルドリン乳剤の残留性 (2〜3株の合計検出量)

試験区名	調査番号	散布翌日			散布後3日目			散布後7日目
		生体重	検出量	残留量	生体重	検出量	残留量	
		g	γ	p.p.m.	g	γ	p.p.m.	
1 (2斗) (100cc.)	1	5.1	1.5	0.3	—	検出不能	—	—
	2	5.8	2.6	0.5	—	"	—	—
	3	7.3	7.0	1.0	—	"	—	—
	平均値	6.0	3.7	0.6	—	—	—	—
8 (4斗) (400cc.)	1	5.2	22.0	4.2	9.1	10.0	1.1	検出不能
	2	7.2	100.0	13.9	7.1	15.0	2.1	"
	3	6.3	120.0	19.1	8.5	20.0	2.4	"
	平均値	6.2	80.7	12.4	8.2	15.0	1.9	—
20 (16斗) (800cc.)	1	5.4	60.0	11.1	6.6	10.0	1.5	検出不能
	2	5.5	85.0	15.5	8.1	11.5	1.5	"
	3	8.3	110.0	13.0	7.8	17.0	2.2	"
	平均値	6.4	85.0	13.3	7.5	12.8	1.7	—

Ⅳ. デイルドリンの附着量と傷穂の発生数との関係

いま、各散布区の傷穂数を調査した成績(第4表)と各区の附着量(第2表)とによつて相関を求めると、両者は高い数値の相関 $r = -0.9527^{***}$ を示している。そして、附着量(X)の増加するに従ひ坪当たり傷穂数(Y)の減少する傾向は $Y = 259.42 - 2.12X$ によつて求められる。

したがつて、各試験区と附着量との関係だけを吟味しておけば、傷穂発生数についての結果は明らかとなるわけである。しかし、一応つぎに各試験区と傷穂発生数との関係について吟味してみた。

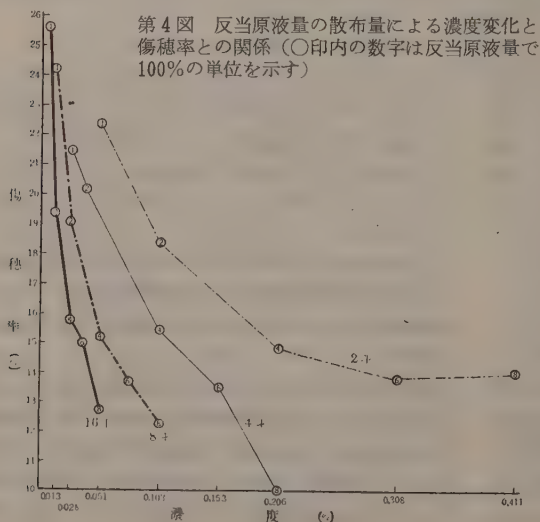
第4表からつぎのことが結言されるようである。まず第1に、各区とも反当原液量が多くなるにつれて傷穂数が少なくなり、同じ原液量ではほぼ同じ傷穂数で、散布量によつて変動しない。しかし、第2として散布液の濃度からみれば、同一濃度でも散布量が異なれば傷穂

第4表 傷穂率の調査成績

試験区 番号	反当 原液量	反当 散布量	坪当り 総穂数	坪当り カラバエ 傷穂数	カラバエ 傷穂率	対標準比
	cc	斗			%	
1	100	2	1,082	243	22.45	88.1
2	200	"	1,120	207	18.48	72.5
3	400	"	1,024	152	14.84	58.2
4	600	"	1,107	154	13.91	54.6
5	800	"	973	138	14.18	55.7
6	100	4	1,094	235	21.48	84.3
7	200	"	1,030	208	20.19	79.2
8	400	"	1,037	160	15.43	60.6
9	600	"	1,082	147	13.59	53.3
10	800	"	1,120	112	10.00	39.3
11	100	8	1,037	257	24.78	97.3
12	200	"	941	179	19.02	74.6
13	400	"	1,088	166	15.26	58.5
14	600	"	1,088	149	13.69	53.7
15	800	"	897	110	12.26	48.1
16	100	16	1,005	258	25.67	100.7
17	200	"	1,030	200	19.41	76.2
18	400	"	1,171	186	15.88	62.0
19	600	"	1,082	163	15.06	59.1
20	800	"	1,018	130	12.77	50.1
無処理区			930	237	25.48	100.0

数にかなりのひらきがみられ、また、濃度が高くなつたとしても、必ずしも傷穂数は減少するとは限らず、散布量によつては同じ傷穂発生数を示すこともある。

このように傷穂の発生数は、同じ濃度でも散布量によつて変化するが、反当原液量で表わしたばあいにはそのようなことがないので、防除法を指定するには濃度よりもむしろ一定面積に投入する原液量による表示が妥当なように思われる。



さらに、傷穂率によつて各区の成績を検討してみると第4図に示したように、反当原液量が400ccまでは急激に傷穂率が減少しているが、それ以上になると緩やかでほとんど差がない。散布量が4斗で反当800ccの原液量が最もよい結果を示しているがこれは第1図にみられるように附着量が最高なので当然と考えられる。

V. 摘要

デイルドリン乳剤 (18.5%) の100~800ccをそれぞれ2~16斗の水にうすめて、草丈30cm、1株茎数8~9本1坪64株植の1反歩の水稻に散布し、どの濃度と散布量との組み合わせがカラバエの防除に最も有効であるかを試験してみた。その結果を摘要すれば次の通りである。

① 散布量が多くなるにしたがつて、各稲株間における有効成分の附着量の変異は少なくなる。

② 反当原液量200~800ccの範囲内では有効成分の稲体附着量が最大となる散布量は4斗区で、つぎは8斗であり、16斗と2斗区は少ない。

③ 反当原液量が100ccで少量なときには、附着量が少なすぎるためか、散布量による附着量の差は明らかではない。

④ 散布液の濃度が一定であるとすれば、勿論、散布液量の増大にともなつて附着量は増加する。しかし、8斗以上にすればその増加率は少なくなる。附着の効率が最大となる散布量はおそらく4~8斗の間であろうかと考えられる。

⑤ 残留量は当日の附着量の大きい区ほど多い傾向を示すが、散布後7日目は生物検定によつて検出不能の程度となつた。

⑥ 稲に附着した有効成分量と、傷穂数との間には $r = -0.95$ の高い相関があるから、今後も附着量によつて薬剤の濃度や散布量について吟味が可能なことを明らかにした。

結局、イネカラバエの防除にデイルドリンを散布する場合、本地方の稲の状態であれば反当400ccの原液量で4斗程度の散布量が妥当であろうという結論になつた。

Summary

The experiment was conducted to clarify the relationship between concentration and volume of dieldrin spraying in controlling the rice stem maggot. Dieldrin emulsifiable concentrate (18.5%) was used diluted 100, 200, 400, 600 and 800c.c. to 36, 72, 144 and 308 litres of water, respectively. Each spraying was conducted on 1/4 acre paddy field. The growth stages of plant at the date of application were 30 cm in height and 8-9 in the number of tillers per hill.

Results obtained are summarized as follows:

(1) The active ingredient of dieldrin adhering to the plant surface varied less in accordance with the increase of spraying volume.

(2) Under the range of 200-800c.c. spraying volume, the plot with 72 litres emulsion showed the most active ingredient adhering to the plant and 144 litres the next. In the plots of 36 and 288 litres the active ingredient adhering was reduced compared with the above mentioned plots.

(3) In the case of less emulsion applied such as 100c.c. per 1/4 acre the relationship between the volume of spraying and the active ingredient to the plant could not be proved.

(4) The concentration in spraying solution being constant, the amount of adhered ingredient increased in accordance with the increase of spraying volume. The most effective adherence may be gained in the range of 72-144 litres spraying per 1/4 acre.

(5) It was proved that the adherence increased the residual effect also. On the seventh day after treatment, however, the residual effect could not be obtained by the bioassay method.

(6) There was a high relationship ($r = -0.95$) between the amount of active ingredient adhered to the plants and the number of injured ears caused by the rice stem maggot.

It was concluded that dieldrin should be recommended for use to control the rice stem maggot at a rate of 400c.c. emulsifiable concentrate (18.5%) to 72 litres of water applied per 1/4 acre.

青森県上北地方の土壌について

本 谷 耕 一・石 川 昌 男

Soil properties in Kamikita, Aomori prefecture

K. HONYA and M. ISHIKAWA

1. 緒 言

東北地方の水稲はたえず冷害の危険にさらされながら栽培されているが、昭和28、29年度東北地方の太平洋側を襲った冷害の原因をみると、単に気象的要因だけによつてひきおこされているばかりでなく、土壌肥料的要因が冷害を著しく助長していることが解明されてきた。

筆者等は冷害常習地といわれている火山灰水田土壌を対象として、土壌肥料の見地に立つてその原因を解析し冷害を出来るだけ軽減するとともに、更に積極的に高位収穫田の造成へと研究を進めている。この報告はこのような見地に立つて、冷害常習地帯である青森県上北地方の土壌とくに火山灰水田土壌を中心に調査し、この地域で冷害を助長させている土壌条件を明らかにし、更に冷害を軽減させるための技術を考察しようとしたものである。

この地域の土壌については既に2、3の報告があるが、鴨下¹³⁾はこの地域の土壌を形態的に地下水土壌型（泥炭土、黒泥土、低湿地土、灰色低地土、褐色低地土）と植物土壌型（褐色森林土、栗砂土）の7土壌型に分類しており、これらの各土壌の分布と地形との関係及び土壌型と水稲収量との関係を報告している。野本等¹⁸⁾筆者等⁹⁾はこの地域に広く分布する火山灰土の性質を研究し他の東北地方の火山灰土に比較して、酸性化の程度は弱く、比較的塩基が溶脱していないことを報告している。また松野・佐々木¹⁶⁾はこの地域に広く分布する栗砂とよばれている浮石の分布とその生成について論じているのであるが、これらはいずれも主として土壌の形態及び理化学性に研究の重点がおかれており、水稲生育及び冷害に対する土壌の影響については触れていない。筆者等の調査はこのような点について意を用いたつもりである。

なおこの調査は昭和29年10月に行われたものであり、この調査に御協力下さった農林省三本木国営開墾事務所及び三本木開拓組合に対し厚く感謝の意を表したい。

2. 調査地域の概況

この地域の地形概況は第1図の通り、大部分は隆起海岸段丘であり、この段丘面はおおむね標高20、50、70mの3つの平坦面をもつ段丘に分けられる。この段丘面は南から五戸川、奥入瀬川、七戸川等によつて分断され、これらの河川の流域にそつて沖積地が形成されている。又各段丘面は開析されて狭長で深い開析谷が発達している。小川原沼附近は海岸沼沖積地であり低湿地となつている。水田の分布は最近まで河川沖積地及び小川原沼附近の低湿地附近に限られていたが、最近では国営開墾事業によつて、段丘上にも約3,600町歩の開田が行われている。この調査では調査の重点を段丘上の水田においた。

3. 調 査 結 果

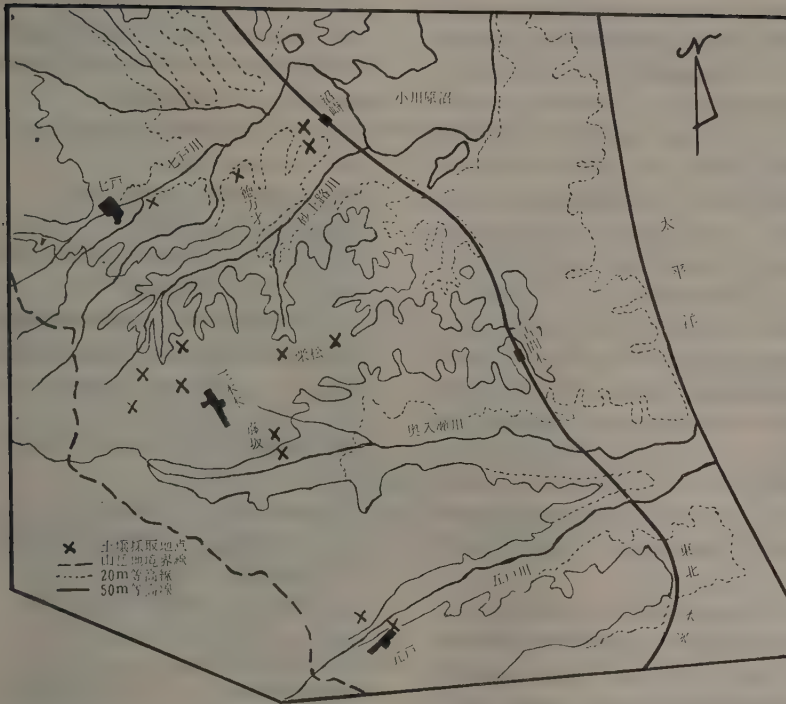
1) 土壌の断面形態及び堆積様式

前述のようにこの地域は地形的には大きく段丘、河川沖積地及び海岸沼沖積地に分けられるが、鴨下の分類によれば各土壌型の分布も地形と密接な関係をもつていることが分るので、地形的にこの地域の代表と思われる地点の土壌を調査した。なお土壌断面の記載は第1表に示した通りである。

i) 五戸町南部分場水田（標高45m） 五戸川沖積地の水田であり漏水量が多い。なお対岸の五戸川沿の崖（標高50m）の下層即ち五戸川の河床面と同位置に泥熔岩^{15) 17)}と思われるものがあり、その上に礫（1～2cmの円礫）白色粘土互層、黄褐色火山灰土、栗砂層、黒色火山灰土の順に堆積している。白色粘土中には貝（シジミ）の化石が多量に含まれている。

ii) 三本木市周辺 三本木市を中心とする標高50m以上の段丘面は比較的平坦であり、南部は奥入瀬川に接し、北部は七戸川によつて境されており、段丘面はところどころ深く開析されている。この段丘面は主として原野又は畑であつたが昭和25年以降国営開墾によつて造田が行われている。この調査では未耕地土壌として藤坂武

第1図 調査地域の概況



試験地附近の原野を、又旧田として同試験地に隣接する水田を、新開田として五郷、八郷、晴山、七郷、一本木沢、藤高の各地点を調査した。これらの台地上の水田と比較するため藤坂試験地の台地下の奥入瀬川沖積地の水田をも併せて調査した。

標高50m以上の段丘上の土壤は何れも表層から約40～50cmの所に約20～40cmの厚さの栗砂層を有する。この地域の代表的土壤断面として藤坂未墾地をとることが出来る。

更にこの地域の土壤の下層の状態は、七郷の開折谷末端の崖の断面にみる事が出来る。即ち表層から115cmのところまでは藤坂未耕地の場合とほぼ同様の断面を示しており、その下層は砂礫及び灰黄色粘土層の数層の互層からなり、更にその下層約350cmのところに炭化した木片を含む砂質土層がある。これらの層の中砂礫層だけでなく、火山灰層も透水多く、下層の比較的風化して堅密になった層では伏流水となり、開折崖では湧水している。又この段丘下層の状況は栄松附近の開折崖にみられるが、約15m下層に灰黄褐色粘土層が厚く堆積している。

さてこれら段丘上の新開田をみると、五郷、八郷、晴山の各水田は反当約40立米の客土を行っているが、客土材料は伝法寺附近に産する栗砂層下層に厚く堆積している黄褐色火山灰土である。漏水量は開田当初無客土の場合1日反当2,000石以上であり、この漏水した水は低位置のところに湧水を生ずる程であるが、客土によつて約500～1,000石に減少し、更に開田後年数の経過とともに次第に減少する傾向がみられる。又五郷水田では客入した土壤がいくぶんグライ化をうけている程である。

iii) 七戸町附近 七戸町附近はその中央を七戸川が貫流し、その兩岸は標高約30mの段丘面を形成し、不完全な段丘崖によつて前記の栗砂層をもつ50m段丘面に続いている。この附近の代表的土壤断面は七戸町東南部の沼崎に通ずる県道脇にみられる。即ち表層は三本木市附近と同様に黒色火山灰土層であり、黄褐色火山灰土層がその下層にあり、その中に栗砂が僅かに混入する程度である。更にその下層は炭化した木片を含む砂礫質泥熔岩層が堆積している。栗砂層は標高50m以下では殆んど消失し、僅かにブロック状に混入していることは、栗砂層堆積時の海侵と密接に関係しているのではないかと思わ

れる。

iv) 徳万才附近 南は標高約20mの段丘面が東西に走り、北は七戸川、砂土路川の河成沖積地及び海岸沼沖積地に接している。この沖積地には上記両河川の蛇行によつて生じた半月湖がのこされ、土壌は黒泥土ないし泥炭土である。この附近の段丘土壌は表層から1m以下は粘土層と砂礫層の互層からなり、表層から1m以内は七戸附近の土壌断面に類似しており栗砂層を欠いている。

v) 沼崎附近 小川原沼西岸の段丘の標高は約20mであり、完全な段丘崖をもつて海岸沼沖積地帯に連る。この附近の段丘の土壌断面は黒色火山灰土層に被われ、その下層は黄褐色火山灰土層、緑色粘土層の順に堆積している。段丘前縁の黄褐色火山灰土層中（表層より約3m下）に貝塚と思われるものが認められた（貝の大部分はカキ等海棲のものである）。したがつて比較的新しい時代（新石器時代？）にはこの段丘は直ちに海に臨んでおり、現在泥炭地となつてゐるものは海岸として経緯したものと思われる。沼崎、小川原沼附近の海岸沼沖積地の大部分には泥炭土、黒泥土が分布しているが、近年干拓が進められている地帯である。

以上のべたこの地域の土壌断面形態の特徴を要約すると、開析をうけぬい標高50m以上の段丘土壌では表層は栗砂層を挟在している火山灰土が厚く堆積し、標高50m以下の段丘土壌は栗砂層を欠く火山灰土である。このことは松野¹⁶⁾によつて確認されている。これらの段丘の下層は粘土・砂礫互層、泥熔岩層、灰黄褐色又は緑色粘土層が順次堆積している。一方開析によつて形成された沖積地土壌は地下水位が高く、地下字型土壌を形成している。

第1表 土 壌 の 断 面 形 態

五戸町南部支場水田 河岸段丘 標高45m

- 1層 0~10cm 灰黒褐色壤土、作土グライあり
- 2層 10~15cm 灰黒褐色壤土、鉄マンガン糸根状に集積

3層 15~45cm 栗砂に富む黄褐色砂土

藤坂試験地水田 段丘下 奥入瀬川沖積地
標高45m

- 1層 0~10cm 灰黒色壤土
- 2層 10~50cm 黒色砂壤土
- 3層 50~70cm 栗砂に富む砂土

藤坂未耕地 段丘上 標高60m

- 1層 0~10cm 黒色 腐植に頗る富む壤土
- 2層 10~42cm 黒色 腐植に頗る富む埴壤土

3層 42~54cm 暗褐色 腐植を含む砂壤土

4層 54~79cm 黄褐色 浮石質砂土（栗砂土）

5層 79~94cm 黒褐色 腐植に富む礫を含む埴壤土

6層 94cm以下 礫を含む灰黄色火山灰埴壤土

七郷未耕地 段丘上 標高60cm

1~6層 0~115cm 藤坂未耕地と同じ

7層 115~145cm 礫層

8層 145~200cm 黄白色粘土層

9層 200~350cm 砂礫層

10層 350cm以下 炭化木片を含む灰褐色砂壤土

七戸未耕地 段丘上 標高30m

1層 0~40cm 黒色 腐植に頗る富む壤土

2層 40~70cm 黄褐色壤土 45cm及び65cmの所に
僅かに浮石（栗砂）がブロック状に
混入している。

3層 70~500cm 灰黄褐色砂壤土 炭化した木片を
含む。

徳万才未耕地 段丘上 標高30cm

1層 0~40cm 黒色 腐植に頗る富む壤土

2層 40~100cm 黄褐色壤土

3層 100cm以下 砂礫及び粘土の互層

2) 土壌中の一次鉱物

土壌の細砂部分について一次鉱物を鑑定したが、その結果は第2表の通りである。

これによるとこの地域の土壌中には扁平ガラスを主体とする火山ガラスが著しく多く、紫蘇輝石、斜長石、磁鉄粒等が含まれている。このことからこの地域の土壌は表層から下層の粘土層まで殆んど火山灰の影響をうけているものであるとみることが出来る。

段丘上の土壌は表層から約2m迄は殆んど火山灰土であり、一次鉱物が比較的多く、あまり風化されず、判別困難なものは少い。これに反して段丘下層の粘土層である柴松粘土層、沼崎粘土層、沼崎緑色粘土層中の一次鉱物はいずれも著しく風化されて、判別困難なものが多く、しかもかなりの量の珪藻の遺骸がみられる。このことから粘土層は恐らく海中堆積物であり、しかも一次鉱物が風化されて、二次鉱物へ移行しているものであると推定される。

更に藤坂試験地段丘下（奥入瀬川沖積地）の水田及び沼崎泥炭水田土壌中には段丘土壌の表層の火山灰土中に認められる火山ガラス、紫蘇輝石、斜長石等の外に、段丘下層粘土層に含まれている珪藻の遺骸も混入しているのが認められる。したがつて段丘面の開析によつて沖積

第2表 土 壌 の 一 次 鉱 物

土 壌 名	一 次 鉱 物
1 層	大部分扁平状ガラス》磁鉄粒>紫蘇輝石, 斜長石
藤坂未耕地 2 層	
3 層	
4 層	浮石が大部分で扁平状ガラス》紫蘇輝石>斜長石>磁鉄粒
5 層	大部分扁平状ガラス》斜長石>紫蘇輝石, 磁鉄粒
6 層	大部分風化した斜長石(?), ガラス》紫蘇輝石
七郷埋没黒褐色土(5層)	大部分扁平状ガラス斜長石》紫蘇輝石, 磁鉄粒
七郷泥熔岩層(10層)	大部分扁平状ガラス》斜長石>紫蘇輝石
栄松段丘下層粘土層	殆んど風化して判別困難であるが, 大部分ガラス, 斜長石, 他に紡錘状珪藻遺骸多い
沼崎段丘下層粘土層	殆んど風化しているが, ガラス多く, 斜長石, 輝石, 磁鉄粒がこれに次ぐ, 他にパイプ状円形の珪藻遺骸多い
沼崎緑色粘土層	大部分風化して判別困難であるが, ビーズ状ガラス>扁平状ガラス>磁鉄粒>黒雲母輝石, 他にパイプ状珪藻遺骸あり
藤坂試験地沖積水田作土	大部分扁平ガラス》輝石>斜長石, 磁鉄粒, 他に紡錘状珪藻遺骸多い
沼崎泥炭地水田作土	一次鉱物部分少いが, 大部分扁平状ガラス>輝石, 磁鉄粒, 角閃石, 黒雲母あり, 他にパイプ状珪藻遺骸あり

地が形成される場合、段丘下層の粘土層や段丘表層の火山灰層更に上流の山岳地上壤等多数の土壌が混合したものであると推定される。

3) 土壌の化学的性質

筆者等⁶⁾は先に藤坂附近の段丘上の栗砂層を挾在している火山灰土壌について化学的性質を明らかにし、風化ゲル及び塩基の溶脱の面から酸性化の傾向にあることを指摘し、更にこの土壌を水田化した場合の土壌の変化の方向を報告した。この報告では前述した各地点の土壌について化学的性質をみたがその結果は第3表の通りである。なお分析結果の一部は先の報告と重複するものもあることを附言しておく。

これによると藤坂未耕地土壌にみられる通り、栗砂層を下層にもつ火山灰土壌は、東北地方の火山灰土壌の中では比較的石灰、苦土等の置換性塩基含量が多い土壌であり、又土壌反応も強酸性ではない。無機風化ゲルといわれる“amorphous”部分は表層に少く、下層に著しく多くなっており、珪酸が下層に移行しているように思われる。燐酸吸収係数は土壌が比較的粗粒であるために、火山灰土壌としては比較的低い値を示しているが1,300以上であり、沖積地土壌に比べて燐酸吸収力が強い。塩基置換容量は第4層(栗砂層)を除き25~30 me.である。塩基吸着強度は吉田の方法²⁰⁾に従ってpH 7と5で

の塩基置換容量を測定し、両者の比から塩基吸着強度を推定した。これによると各層とも酸性条件下での置換容量の減少が著しく、これらの土壌での塩基の吸着は主として腐植及び無機の“amorphous”部分によるものであり、塩基の吸着力は弱いと推定される。

次にこれら段丘上の火山灰土壌を水田化した場合には多くの場合未耕地、畑に比べて置換性石灰、苦土ともに増加し、pHも上昇し、燐酸吸収力は減少している。前述の通りこの地域の段丘上の水田は新開田のため漏水がはげしいので客土による漏水防止が行われているが、漏水防止することによって石灰、苦土の増加は更に著しく又土壌の荷電も陽荷電から陰荷電に変化し、鉄は増加、珪酸及びアルミニウムは減少している。

段丘土壌の下層にある粘土層は栄松、沼崎緑色粘土層七郷粘土層等はいずれも置換性塩基含量が多く、燐酸吸収力も弱い。これらは又 Tamm 試薬可溶性の風化ゲル(amorphous)含量が少く、とくに珪酸、アルミニウムが著しく少ない。これらの事実は先にのべた一次鉱物に対する結果とも併せて、この粘土層は海中堆積物であり、しかも一次鉱物が風化して二次鉱物に移行したものと考えることが出来る。又以上の性質から考えてこの粘土層は漏水防止のための客土資材として効果があるものと考えられるので意義は大きい。

第3表 土 壤 の 化 学 性

土 壤 名	pH (H ₂ O)	塩基置換容量		置 換 性		磷酸 吸収 係 数	土壌の 荷電 (H ₂ O)	Tamm 試 薬 可 溶			
		pH 7 me.	pH 5 me.	石灰 me.	苦土 me.			SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	計 %
藤坂未耕地 1層	5.5	29.6	16.8	5.3	0.9	1455	+	1.18	4.52	1.54	7.24
2層	5.5	28.0	13.0	4.6	0.8	1540	+	2.01	5.46	1.88	9.35
3層	5.6	25.8	9.1	4.0	0.5	1384	+	2.54	6.06	2.06	10.66
4層	5.5	5.6	2.1	0.0	tr	600	+	2.13	3.74	1.82	7.69
5層	5.6	25.4	10.2	4.4	1.4	1740	+	6.34	10.60	3.28	20.22
6層	5.7	29.0	10.6	4.4	2.2	2096	+	10.03	14.09	4.78	28.90
藤坂畑作土	5.6	21.1	—	9.7	0.6	1620	+	1.68	4.05	1.40	7.13
藤坂水田作土	5.3	30.6	—	8.4	1.3	1270	+	1.88	5.26	1.48	8.62
藤高水田作土	5.7	23.7	—	5.8	0.4	1540	+	2.02	5.27	1.16	8.45
一本木沢 "(客土)"	5.5	22.3	—	8.0	0.2	1465	—	0.52	3.73	1.78	6.03
五郷 "()" "	6.0	26.3	—	12.3	2.8	1370	—	1.26	4.30	1.56	7.12
八郷 "()" "	5.6	22.7	—	11.7	2.0	1030	—	1.37	3.97	1.40	6.74
晴山 "()" "	6.7	30.1	—	11.5	1.7	1300	—	0.47	3.13	1.52	5.12
七郷埋没黒褐土層	5.5	32.5	—	24.1	2.8	2093	—	—	—	—	—
" 泥熔岩層	5.3	7.1	—	3.7	1.5	330	—	—	—	—	—
栄松段丘下層粘土層	6.3	30.9	—	16.4	4.4	1340	—	0.38	1.03	0.66	2.07
沼崎貝塚層	7.5	25.4	—	52.1	1.8	1370	—	—	—	—	—
" 黄褐色粘土層	3.0	25.4	—	0.8	0.3	1370	—	—	—	—	—
" 緑色粘土層	5.9	30.9	—	17.0	5.0	1100	—	0.49	0.05	4.86	5.40
五戸南部分場水田作土	5.5	21.5	—	8.7	1.4	910	—	—	—	—	—
藤坂試験地水田作土	5.2	28.0	—	13.0	1.7	1020	±	1.84	5.32	1.36	8.50
沼崎泥炭水田作土	4.6	27.7	—	12.9	3.1	460	—	—	—	—	—

段丘下の開析沖積地の水田土壌は藤坂、五戸水田及び沼崎泥炭地水田土壌にみられるように開田年数も古く、置換性塩基含量が多く、磷酸吸収力も弱い。又土壌の荷電は土〜一荷電を示している。

4) この地域の土壌生成過程

この地域の段丘土壌は表層は1〜2mの厚さの火山灰土によつて被覆されているが、その下層は七郷、栄松、

徳万才、沼崎段丘崖にみられる通り、上記火山灰土の次に粘土及び礫層の互層、泥熔岩層、灰黄褐色又は緑色粘土層の順に厚く堆積している。

このような堆積様式はこの地域の地史を反映しているのであるが、これを文献にみると次の通りである。即ち湊¹⁷⁾によると第4表の通り泥熔岩は武蔵野面形成時に、八甲田・十和田カルデラの初期噴出物として噴出したも

第4表 上 北 地 方 の 地 史

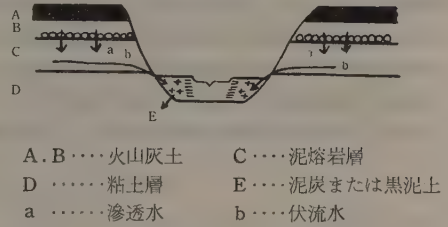
地 質 時 代	地 層	地 史	海 水 面 の 昇 降
沖 積 世	火 山 灰 土 壤	八甲田・十和田火山の噴火 陥没カルデラの形成	+5〜10m海面上昇
洪 後 氷 期 ヴ ル ム 氷 期	六ヶ所層(段丘堆積物)	泥熔岩の形成、M面形成	—80m海面降下
積 世	泥 熔 岩		
	三 本 木 層		
	野 辺 地 層		
第 三 紀 世	浜 田 層		

のであり、泥熔岩の噴出に次いで後水期にカルデラが形成され、沖積期初葉に八甲田火山が誕生したものであるといわれる。又半沢⁵⁾によると更新世の一時期にはこの地域の大部分が海侵地域であり、新石器時代でも現在の小川原沼附近の低所及び五戸川沖積地帯は海侵が行われたといわれている。以上のようなこの地域の地史及び前述の一次鉱物及び化学的性質から推定し、段丘下層の粘土層は沖積世以前の海中堆積物であり、しかも一次鉱物が殆んど風化して二次鉱物へ移行しているものであると考えられる。

次に段丘面の開析によって形成された五戸、奥入瀬、七戸、砂土路川沖積地土壌についてみると、これらの河川は多くの場合段丘下層の粘土層の位置まで開析している。したがってこれらの沖積土壌中には一次鉱物の鑑定結果にみられる通り、段丘土壌を形成している土壌母材即ち火山灰、海中堆積粘土及び上流山岳地からの母材主として安山岩質母材等が混入している。このこととその後の水の作用とにより磷酸吸収力がよわく、粘土分が多く漏水性の少ない土壌となつている。しかしながら段丘下層の粘土層は生成時及びその後の水の作用をうけて不透水層となつているので、伏流水はこの層上を横に流れ開析谷及び沖積地帯に湧水となつて流出する。そのためこのような地帯の土壌は地下水位高く、低湿地、泥炭土、黒泥土となつている。即ち第2図の通りである。

以上を要約すると段丘土壌は厚い火山灰土によつて被われているため、作物の生育はこの火山灰土の物理、化学的性質によつて規定されるものである。水田にした場合著しい漏水となり表面水型¹⁴⁾、褐色低地土¹³⁾となる。一方沖積地土壌は火山灰及び海中堆積物等を混入し、火山灰としての性質は著しく弱められるが、透水性少なく、地下水位が高いことなどのために地下水型¹⁴⁾、

第2図 開析状況



灰色低地土、低湿地、黒泥土、泥炭土¹³⁾となる。

以上がこの地域の土壌の生成過程であるが、このような土壌生成過程と堆積様式は松井によつて報告された青森県下北半島の田名部町附近の土壌の場合と殆んど類似している。このことは青森県太平洋岸の土壌が地史的にみてほぼ類似した過程を経て形成されたものであることを示すものであろう。

4. 論 議

この地域の気象の特徴は¹⁾ 4) 「やませ」といわれる偏東風が6月上旬から7月中旬にかけて、程度の差はあるが殆んど毎年襲来し、低温寡照となることである。即ち第5表にみられる通り6月上旬から7月上旬迄の年平均気温は15~19°Cであり、7月中旬にいたつて20°Cをこしている。又この地域の梅雨の終了は7月15日⁴⁾であり以後急激に気温が上昇する。しかもこの偏東風の勢力が強く長く続く場合には昭和28、29年のように著しい冷害を蒙るものである。

一方水稻の生育相をみると²⁾ 第3図の通りであるが、この地方の藤坂試験地(段丘下沖積地)の水稻の生育相は、津軽地方の黒石(非火山性沖積土壌で漏水量も少ない)のそれに比べて顕著な差異が認められる。即ち平年

第5表 藤坂及び黒石における気温及び日照時間²⁾

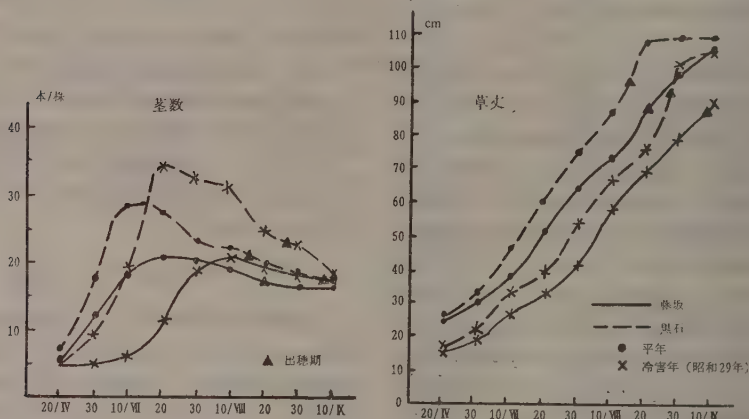
場 所 年 次			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
平均 気温 (°C)	藤 坂	平 年	7.7	13.0	16.5	21.3	23.3	18.4	12.3
		昭和29年	9.2	12.9	13.0	17.1	22.7	20.1	11.0
	黒 石	平 年	8.2	13.0	17.6	22.3	24.0	19.0	12.6
		昭和29年	9.1	14.6	14.7	18.9	23.0	20.3	11.5
日照時間 (時間)	藤 坂	平 年	180.8	184.0	154.4	142.4	159.8	133.7	149.8
		昭和29年	190.0	208.1	120.4	96.0	174.2	136.7	154.5
	黒 石	平 年	185.2	229.5	191.6	218.0	204.9	149.2	171.8
		昭和29年	184.5	209.9	162.7	184.3	205.9	173.3	158.4

昭和29年度は冷害年である。

次は藤坂は黒石に比べて草丈は7月上旬から劣るが、茎数は移植後から著しく劣り、しかも最高分蘗期は約10日おくれ、出穂期では約5日遅延している。この差異は冷害年次に一層顕著にあらわれる。即ち昭和29年度についてみると黒石では平年に比べて分蘗の増加は約7日おくれるにすぎないが、藤坂では約20日おくらせて分蘗を開始

している。しかも平年次に対する最高分蘗期、出穂期の遅延は黒石では夫々10日、12日であるが、藤坂では夫々20日、18日となっている。又昭和29年度の平年に対する収量比は黒石は85.8%、藤坂では70.3%であり、平年に対する冷害年次の収量の変動は、このような事情から藤坂が著しく大きいとみることが出来る。

第3図 平年と冷害年次の水稻生育相²⁾



藤坂と黒石の平均気温では、両者の差は平年、冷害年ともに $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ で、これに「やませ」が附加されているのであるが、この程度の差をもつて両者の水稻生育の差を論ずることは困難であろう。

以上のべたようにこの地方の水稻生育は平年時においても初期生育が遅延し、これが穂数の減少による低収の原因となっており、更に冷害年次にはこの遅延が一層はげしく、不稔粒を多くし著しい減収をもたらしている。これらの水稻生育相に対しては気象的条件に加えて土壌条件がこれを助長しているものと推定されるので、この点について論議をすすめたい。

この地域の段丘上の土壌は火山灰によって被われ、しかも栗砂層が挟在している。これら火山灰土壌は粗粒で多孔質であるため、水田にした場合漏水が著しく、漏水の程度は新開田では1日当り減水深30cm以上であり³⁾、年数を経た水田でも約20~30cmである。なお段丘下の火山灰を多量に混入している奥入瀬川沖積地の藤坂試験地水田では $12.7\sim 14.6\text{cm/日}$ ¹⁹⁾である。又灌漑水温は平年次でも水口の水稲が育立ちすることから知られる通りかなり低温である。したがつてはげしい漏水性とあいまって必然的に冷水かけ流しを余儀なくされている。化学的性質にみる通り、土壌の塩基吸着強度が弱く肥と

して施与した窒素、加里は土壌に保持されることなく、漏水と相まって速かに溶脱し、一方土壌の磷酸固定力が強いと磷酸は土壌に固定され水稻に利用されにくい。この地域の火山灰土壌とはほぼ同様な性質をもつ厨川土壌では、施肥した窒素は10日後には殆んどKClによつて抽出されるものではなく、又施肥した磷酸の大部分が固定され非有効態のものに変化していることが認められているが⁹⁾このように養分分の少いこと、冷水が灌漑されることと漏水により土壌が固く(硬度計で25位)しまり、このため移植後活着が著しく悪く分蘗が少なくなってくるのが火山灰土壌の特徴であり、低湿地及び沖積地土壌と異なる点でもある。平年次でさえこのように活着及び生育の遅延する水稻は、偏東風の襲来をうけた場合には気、水温が上昇せず、養分吸収、同化能力が低下し上述の傾向は一層顕著になるものである^{11) 2)}。

初期の養分不足及び低水温によつて生育の遅延した水稻は、7月中旬の梅雨明け以後の急激な温度の上昇及びこれに伴つて生ずる土壌中の窒素及び磷酸の有効化⁹⁾によつて急に分蘗を増加する(第3図の通り平年次でも最高分蘗期以後も遅発分蘗がかなり発生するのがみられる)。このことはますます出穂期をおくらせ又出穂期間が長びく結果となつてくる。このような場合でも出穂期以

後高温が持続する場合には登熟がすすみ、又遅発分蘖も有効茎となり比較的減収の程度は少くなるが、多くの場合早冷のために無効茎を増加させ稔実不良となり著しい減収となるのである。

一方泥炭土水田では無機粘土部分が少く、加里、窒素の保持力もよわく、加里及び磷酸以外の無機養分とくに珪酸、苦土等が少い。しかも地下水位が高いため地温が低い。このような土壌では石塚等^{1,2)} 滝島^{1,9)} が報告した通り、水稻生育初期の土壌中の窒素、磷酸濃度が低く、後期高温になると特に窒素が多量に有効化してくるのが一般の傾向である。したがって火山灰土壌の場合と同様に初期生育が抑制され、後期になつて急激に生育するのであるが、一方有機酸、硫化水素等の有害物の発生により根くされを起し、病害が発生しやすく、登熟を不良にする。この傾向は初期低温の場合一層顕著である。黒泥土壌は無機粘土分がやや多く、泥炭土壌に比べて生産力は低くないが、水稻生育は泥炭土とほぼ類似しているものと思われる。

河成沖積地帯の土壌では段丘上の火山灰土壌に比べて漏水が少く、磷酸吸収力も弱くなっているが、火山灰を多量に混入しておりまた漏水は減水深10~20cm/日である所が多い。そのため段丘上の水田に比べては比較的多収であるが、第3図に示したような生育を示している。

以上がこの地域の水稲の低収性と冷害に対する土壌肥料的原因であるが、次にこれらの対策について簡単にふれたい。上述のような火山灰水田では対策の根本は初期生育の促進にある。そのためには抵抗性品種の導入の他に先ず低温下での活着の促進が問題となるが、苗代様式を従来の水苗代から折衷又は畑苗代にし、苗代に対する磷酸多肥によつて発根力の増大を図ることが大切である。藤坂試験地の試験³⁾ によれば苗代期の磷酸の多施用は健苗、大苗を作り、これが初期生育を良好にし、収量でも増収をもたらしている。次に本田の漏水防止であるが、ペントナイト、ライムギその他良質の粘土（柴松等の下層にみられる）は分散性も著しく漏水防止効果があり、それに伴つて水温が上昇し、養分の溶脱を防止し、土壌を膨軟にしてくる。このことは活着をよくし又磷酸の肥効を高め活着後の水稻の養分吸収を順調にさせて、初期生育を著しく良好にするのである。^{8) 20)} この地域の反当磷酸施用量は大体成分量で1~1.5貫であるが、この程度の施肥量では火山灰水田では磷酸と結合する“amorphous”部分も多いので、殆んど土壌に固定され有効態磷酸の供給は困難である。したがって分蘖数が少く初期生育が遅延するのであるが、この遅延を回復させ

るため多くは窒素だけの追肥に頼つており、窒素の追肥は却つてますます生育を遅延させている。したがって少くとも現在の3~5倍量の磷酸の施肥が必要と思われる。本田に対する磷酸の増施は初期生育を促進するばかりでなく、夏期高温時に有効化してくる窒素による生育遅延を防止し、又稔実を良化するものである。以上の対策はすべて相関連しており総合的に行われた場合一層効果が顕著である。

この様に冷水、低温に対する考慮として耐冷性品種の導入、及びこれと火山灰土壌としての考慮として磷酸多肥、漏水防止に対する考慮として良質粘土の客入を考えるならば、このような地帯でも初期生育は十分確保出来るかなりの多収が期待できるわけである。しかも土壌自体は鉱物鑑定や土壌分析結果にみられる通り、母材が安山岩質であり、無機成分も少なからず存在しており、後期に無機化する土壌中の窒素も十分利用できるものと解され、このため却つて多収への基礎が出来るように思われるのである。

要 約

冷害常習地帯である青森県上北地方の土壌の性質を、とくに水稻の冷害と関連させて調査した。

- 1) この地方は地形的には海岸段丘、段丘の開析によつて形成された河川沖積地及び小川原沼周辺の海岸沼沖積地に分けられる。
- 2) 段丘土壌は表層は多孔質の粗粒火山灰によつて被われ、標高50m以上では火山浮土(栗砂層)を挟んでいるが、50m以下では栗砂層を欠いている。下層は砂礫層、泥熔岩層、粘土層が順次堆積している。段丘上の水田土壌は漏水がはげしく施与した窒素及び加里の溶脱が著しく、又磷酸は固定されるので水稻の初期生育が著しく遅延し分蘖も少い。
- 3) 海岸沼沖積地土壌は段丘上の伏流水によつて地下水位が高く、黒泥、泥炭土壌が多い。水稻生育は土壌の養分供給力が少い上、低温な地下水の影響をうけて、段丘土壌と同様初期生育が遅延し、更に夏期の異常還元によつて病害を蒙る。
- 4) 河川沖積地土壌は段丘表層の火山灰及び二次鉱物を多く含んでいる段丘下層土や上流山岳地土壌等が混合しており、比較的磷酸吸収力が弱く、又漏水量もやや少いので前二者に比べて水稻の初期生育はやや良好である。
- 5) 以上のようなこの地方の水稲の初期生育の遅延のために、平年時でも灌漑水温の低温とあいまつて多少遅延型冷害をうけるが、更にこの地方特有の偏東風（やま

せ)が優勢である場合にはこの傾向は一層顕著となり甚大な冷害をうける。

6) したがって客土、ライムギ等の施用によつて漏水を防止し、水温を上昇し、更に磷酸を多く施用することによつて水稻の初期生育を促進し、かなりの程度まで冷害を防止しうるものと解される。

引用文献

- 1) 青森県. 1955. 昭和29年度水稻の冷害被害.
- 2) 青森県農事試験場. 1955. 水稻冷害調査(昭和29年度)
- 3) 青森県藤坂試験地. 1956. 試験成績(昭和31年度)
- 4) 羽生・山田. 1955, 6. 農学気象からみた八戸のやませ風. 1.2報 青森農試研究報告 2,3号
- 5) 半沢正四郎. 1954. 日本地方地質誌. 東北地方. 朝倉書店.
- 6) 本谷・石川. 1956. 火山灰水田土壌の理化学的性質に関する研究. 東北農試研究報告 8号.
- 7) 本谷耕一. 1956. 漏水防止資材について. 日土肥学会講演要旨集 2号.
- 8) 本谷耕一. 1957. 漏水防止の生育並に収量に及ぼす影響について. 同上3号
- 9) 本谷耕一. 火山灰水田土壌における養分の溶脱及び有効化に関する研究(未発表)

- 10) 本谷・鎌田. 1957. 火山灰水田における水稻三要素用量試験. 日土肥学会講演要旨集 3号.
- 11) 本谷・速水. 1957. 冷水灌溉における水稻の生理作用 第1報 同上3号.
- 12) 石塚・田中. 1955. 泥炭地稲作に関する研究. 第1, 2報 日土肥. 26 (3), (8).
- 13) 鴨下寛. 1944. 青森県東南部の土壌型に就て. 日土肥. 18 (1).
- 14) 菅野一郎. 1957. 無機質水田土壌の基本的断面形態. 日土肥 27 (10)
- 15) 久野久. 1954. 火山及び火山岩. 岩波書店.
- 16) 松野正. 1956, 7. 青森県東南部の栗砂土に就いて 日土肥学会講演要旨集. 2.3号.
- 17) 湊正雄. 1954. 後水期の世界. 築地書館.
- 18) 野本, 他. 1955. 東北地方の畑地土壌の諸性質について. 東北農試研究報告. 5号.
- 19) 滝島, 他. 1956. 泥炭地水田土壌に関する研究 第4報. 日土肥学会講演要旨. 2号.
- 20) 島山・佐々木. 1956. 新開田の冷害防止に関する研究. ベントナイト及びライムギの施用について. 青森農試研究報告 3号.
- 21) 吉田稔. 1956. 土壌の吸着能に関する研究. 第2報. 日土肥. 27 (6).

Résumé

Soil properties in Kamikita, Aomori prefecture, were studied in relation to cold damages occurred repeatedly in this area.

soils are divided into terrace soil and alluvial soil by topographical situations. The terrace soil situated over about 50 meters of contour line, is covered with volcanic ash soil layer (1st. layer) and volcanic pumice layer (2nd. layer) "Awazuna". But below this line, the "Awazuna" layer is absent. Under these layers, gravel, welded tuff and greyish yellow clay layers deposit as substratum.

Volcanic ash paddy soils are so permeable that ammonium and potassium ions are leached out in short period, and furthermore soil phosphorus fixing power is strong. Owing to these soil properties, the growth of an earlier stage of rice plants is poor and delayed.

As peat and bog soils, situated in alluvium, have less nutrients and high ground water level, the growth of the earlier stage of rice plants is delayed also.

Such growth is more delayed by the low temperature of the prevailing north-easterlies, and later the plants are suffered from cold damages.

段丘土壌の生成とその性質に関する研究

本 谷 耕 一・石 川 昌 男

Studies on the formation and properties of soil on terrace

K. HONYA and M. ISHIKAWA

1. 緒 言

東北地方の火山灰水田土壌は相当面積を占め、従来の調査から推定すると10万町歩以上とみられ、上北、矢吹地区のような大規模な造田によって今後更に増加する傾向にある。これら土壌は大部分が段丘上に分布し、先に報告した上北地方⁴⁾や北上盆地西縁地区のように水稲生産が低収であり、その収量の変動大きく不安定で、しかも冷害年次の被害は著しいものがある。このように水稲生産が低収で不安定であり、冷害年次の被害の著しいことは単に気象的要因によってひきおこされているだけでなく、土壌肥料的要因が一層この傾向を助長していることは青森県上北土壌について明らかにしたところである。

筆者等はその後北上盆地の段丘土壌をはじめ、更に東北地方の火山灰が被覆した段丘土壌を調査した結果、いづれの地区でも水田としては後進地区であるが、水稲生産の低収、不安定性と冷害の被害の著しい点で共通しており、しかもこれは土壌肥料の条件が密接に関係しているものであることを知り得た。このような各地域の段丘土壌の性質の類似性は主として土壌母材と、その堆積様式の類似性に起因し、また堆積様式は段丘土壌の生成過程を反映していることを明らかにすることが出来た。

本研究は主として北上盆地の場合を例にとつて、東北地方の段丘土壌の生成過程とその理化学的性質及び、これら土壌の性質と水稲生育との関係を明らかにし、そこから冷害対策更に増収技術を確立しようとするものである。

2. 段 丘 の 定 義

本報告に用いる「段丘」とは現在の河成または海成沖積地よりも一段高く、それらとの境界を明確な崖によって区別することの出来る、表面の起伏の少い平坦な台地地形をし、その下部に洪積期堆積物をもっているものを

仮に「段丘」と定義する。^{19) 23)}

その理由はこの定義による場合段丘土壌の大部分は従来用いられてきた、いわゆる「洪積土壌」に相当するのであるが、いわゆる「洪積土壌」は多くの場合下層は洪積層であるが、その表層（少くとも直接作物生育に影響を与える部分）は沖積期火山噴出物または沖積期の河成堆積物によって被覆されているものが多い。したがってこれら土壌に地質時代を示す「洪積」という言葉を冠することは当を得ないと思われる。又最近の研究によれば段丘は洪積期だけに形成されたものであるとすることは疑問であり、沖積期の雨期の段丘形成も認められつつある。¹⁰⁾ 以上のような理由からこの報告では地形的位置と土壌母材の生成年代を考慮して段丘土壌という表現を用いたものである。

3. 調査地域の概況

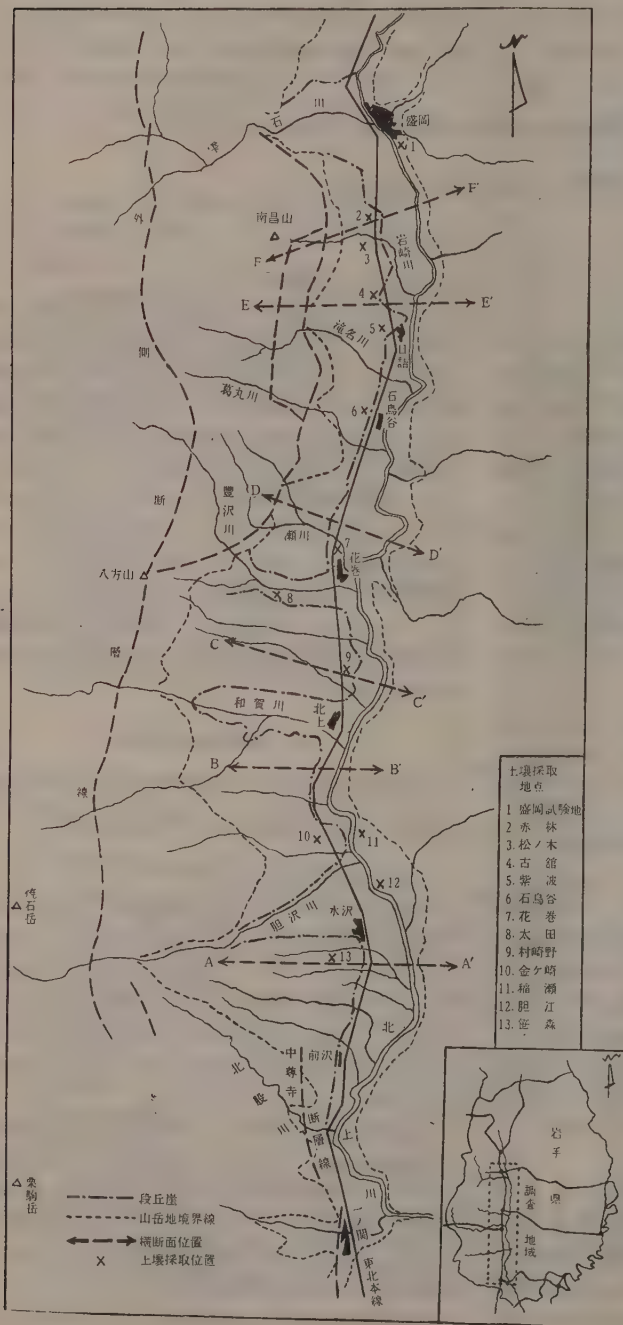
この調査は岩手県の北上盆地の西縁に発達する段丘土壌を対象としたものであり、この地域の概況は次の通りである。

1) 調査地域の地形及び地質^{22) 1)}

第1図に示す通り北上盆地は盛岡市から一関市にいたる南北85km、東西の巾は最大15km、最小8kmに及び南北に長い盆地である。この盆地の東縁を貫流する北上川に沿って西部の奥羽山脈と北上川沖積地帯に挟まれた部分に、この調査の対象とする段丘土壌が発達しており、段丘の北端は平石川南岸の太田村より南は一関市北方の衣川村にいたるものである。

北上盆地の西縁は南北に走る断層線によって山岳地と平坦部に区別され、東縁は北上川に沿って北上山脈に接している。この断層線は尿前一岩沢一鶯宿を結ぶ外側断層線と、花巻市西方の八方山を起点として外側断層線から分岐して北東に走る内側断層線及び前沢町西方から一関市にいたる中尊寺断層線から成立しているといわれる。当地域の盆地はこれら断層線によって形成された陥

第1図 調査地域概況



没盆地である。

これら断層線に沿つて、タラス（崖錐）及び旧河川によって形成された幾つかの扇状地が発達しており、扇状地末端は段丘に連続しているが扇状地堆積物と段丘堆積物とははつきりと区別することは困難である。

この南北に連なる段丘は南から北股川、胆沢川、和賀川、豊沢川、磐石川等によって幾つかの部分に開析分断されている。又第2図にみられる通り段丘面の標高は南部程低いが段丘崖は高く、また段丘面の開析はかなりすすんでおり深い開析谷がみられる。また花巻市から北方の段丘は東西の巾が狭く段丘崖は低く、あまり開析がすすんでいない。なお北上川東岸の段丘の発達は極めて小規模である。

以上の通り北上盆地は地形的に二つの区域に分けられる。即ち内外両断層線が分岐する八方山を南北の境として南部では一般に外縁側断層を貫流して秋田県境に源を発する大河川が多く、北上川の合流地点で広大な扇状地及び段丘を形成しているが、一方北部では内、外断層線にはさまれた、紫波山塊に源を発する小河川が多く、扇状地及び段丘の発達は小規模である。

次にこの盆地内の表層地質、土壤の生成及び養分供給上重要な影響を与える奥羽及び北上山脈の地質をみると次の通りである。

奥羽山脈地帯は地質的に3つの地帯に分けることが出来る。即ち北から(1)盛岡市北西の岩手山、八幡平及び葛根田火山群を含む岩手山・八幡平地区 (2) 内外両断層線に挟まれた紫波山塊地区 (3) 外側断層線西部山岳地区である。

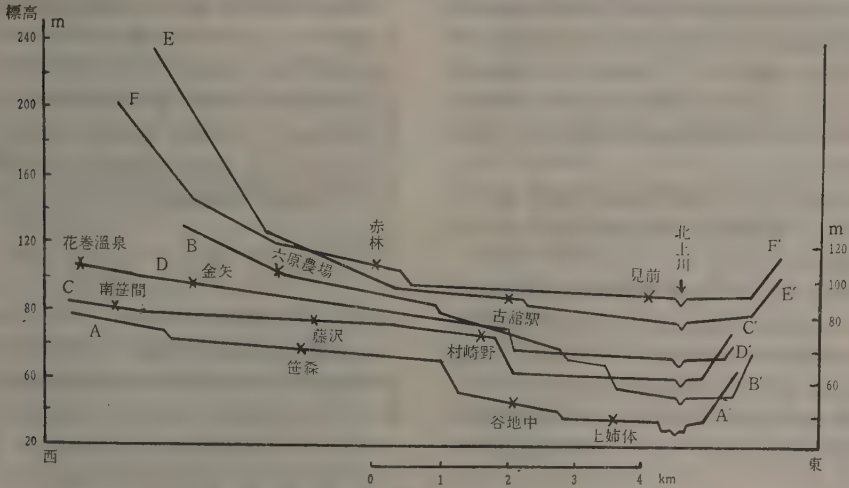
岩手山・八幡平地区：北上川及び磐石川上流域域であり、大部分石英安山岩、複輝石安山岩を主とする新

期火山岩及び火山岩屑から出来ている。

紫波山塊地区：瀬川、葛丸川、滝名川、岩沢川等の上流地域であり、この地区は下部から幕館層（安山岩質凝

灰岩）、男助層（石英粗面岩質凝灰岩）、湯口層（凝灰岩質頁岩、砂岩）等の第三紀層によつて構成され、更にこれらの層を貫入して石英粗面岩（大森山）、安山岩（赤

第2図 北上盆地東西横断面図



第1表 北上盆地の各町村の水稲収量とその変動

水稲の収量とその変動	北上川河成沖積地帯	沖積地と段丘の双方にまたがる地帯	段丘	土
高位安定	徳田、見前、稲瀬、岩谷堂、愛宕			
高位中間	水沢、古城、前沢、黒沢尻、黒石、乙部、彦部、飯岡			
高位不安定		赤石		
中位安定	立花、花巻、八幡、八重畑	湯口		
中位中間	佐倉川、真城、姉体、白山、更木、平泉	日詰、江釣子、相去、湯本、古館	不動	
中位不安定		宮野目	志和	
低位安定	鬼柳	石鳥谷		
低位中間		太田	衣川、小山、南都田、永岡、若柳笹間、藤根、煙山、水分	
低位不安定			金ヶ崎、岩崎、飯豊、横川目	

備考 (1) 北上川流域の市町村の昭和元年～15年間の水稲累年収量統計より算出した。

(2) 収量の高低は全市町村の平均反収の平均値 (M) 及び標準偏差 (σ) を算出し、次のような階級分けを行った。

高位 $M + \frac{1}{2}\sigma$ 以上、中位 $M + \frac{1}{2}\sigma \sim M - \frac{1}{2}\sigma$ 、低位 $M - \frac{1}{2}\sigma$ 以下

(3) 収量の変動は全市町村の水稲反収の変異係数の平均値 (M) 及び標準偏差 (σ) を求め、次の階級分けを行った。

安定 $M - \frac{1}{2}\sigma$ 以下、不安定 $M + \frac{1}{2}\sigma \sim M - \frac{1}{2}\sigma$ 、不安定 $M + \frac{1}{2}\sigma$ 以上

林山), 石英安山岩(南昌山, 西東根山等)の新时期火山岩類が分布している。更に第四紀の志和層(頁岩, 砂岩)がタラスとして山麓地帯に堆積している。

外側断層線西部山岳地区: 胆沢川, 和賀川, 夏油川, 尻平川, 豊沢川等の上流地域である。基盤は紫波山塊地区と同様に塩基性~中性凝灰岩を主とする第三紀層(和賀層群)によつて構成され, この層を貫入して複輝石安山岩(焼石岳, 栗駒岳)等の新时期火山岩類が広範囲に分布している。更にこの山麓地帯には本畑層(砂, 礫夾炭層)が分布している。

北上山脈は主として古生層(粘板岩)及び花崗岩から出来ているが, 盆地周辺には第三紀層(頁岩)及び安山岩が一部に分布している。

以上を要約すると北上盆地の地形は西部に凝灰岩を主とする第三紀層及び新时期火山岩類からなる奥羽山脈があり, その山麓にはタラスが発達し, これにつづいて扇状地, 段丘更に沖積地へと連続している。したがつてタラス及び扇状地, 段丘堆積物は西部山岳地を構成している岩石が崩壊, 堆積したものであり, しかも山岳地からの

距離が遠くなるにつれて, 岩石は風化及び分級作用をうけて次第に粒径の小さいものが堆積しているものでありと推定される。

2) 調査地域の水稲の収量とその変動

この地域の水稲の収量及びその変動は農林省統計調査部の資料²¹⁾によれば第1表の通りである。

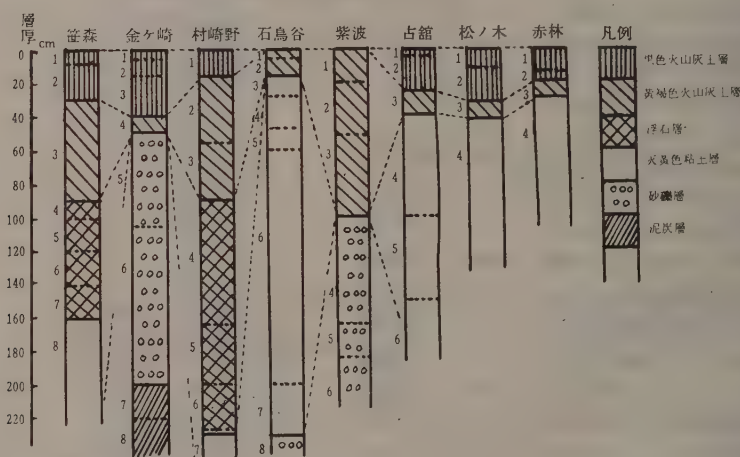
第1表からも明らかな通り段丘上の町村は段丘下即ち北上川沖積地地帯の町村に比べて収量が低く, しかも収量の変動は著しく大である。気象的には段丘上と段丘下では大差ないので, 収量の高低及び収量の変動の差異は主として水温及び土壌の原因によるものであらうと推定される。

4. 研究結果

1) 段丘上の土壌母材の堆積様式

北上盆地内の段丘上の数地点の土壌断面を示すと第3図の通りであり, それらの地点の断面の記載は第2表の通りである。

第3図 段丘土壌の断面形態



第2表 土壌採取地点の土壌断面の形態

1. 笹森 場所: 胆沢村小山字笹森, 標高75m, 地形: 平坦な段丘で東西に開析された低所が, 古くから水田として利用され, 開析されない所も次第に開田化されている。

植生: 原野であり, 採草地として利用されワラビ, 赤松, ススキ, ツツジ, シンバ等が繁茂している。

第1層 0~8cm 堆葉層でシバの根が多く小塊状構造をもつ暗褐色埴壤土

第2層 8~30cm 第1層との境界は明変, 粒状構造をもつ黒色埴壤土, 根の分布粗

第3層 30~90cm 第2層との境界は波状をなして明変, 赤褐色埴壤土。

第4層 90~100cm 明変, 赤黄色で第3層の赤褐色

壤土と第5層以下の浮石層とが混合している。以下第7層までは浮石層であり、各層とも浮石は径2～5cmで角ばっており、1～2cmの黒色の角礫が混入している。

第5層 100～120cm やや明変、淡黄褐色浮石層で鉄が黄赤色斑となつて沈着している。

第6層 120～140cm やや明変、黄白色浮石層。

第7層 140～160cm 明変、黄赤色浮石層、赤色の鉄斑が沈着し、浮石もかなり風化している。地下水位は160cm。

2. 金ヶ崎 場所；金ヶ崎駅北方約300mの東北本線西側傍の切刻の新しい断面。

標高；65m，地形；平坦な段丘面で南側が開析された低所で水田となつている。植生；ササ、ツルクサ、及び植林した杉、

第1層 0～5cm 堆葉層、暗褐色壤土。

第2層 5～15cm 漸変、暗褐色埴壤土、粒状構造。

第3層 15～40cm やや明変、黒色埴壤土

第4層 40～50cm 漸変、暗赤褐色壤土。以上4層とも径0.5～1cmの円礫（火成岩、水成岩を含む）

第5層 50～90cm 明変、黄白色砂土、径1～3cmの円礫、扁平礫及び黄褐色に汚染された浮石片を含む、鉄が管状に沈着し、高師小僧もみとめられる。

第6層 90～200cm やや明変、5～10cmの赤褐色に汚染された円礫層（火成岩、水成岩）

第7層 200～220cm 明変、灰黒色黒泥土（埴土）

第8層 220cm 以下 漸変、灰黒色のブロック状で表面が黒泥化した泥炭（ミズゴケ）層

3. 紫波 場所；日詰町紫波高校正門前の残丘、標高；105m，地形；南側が開析された低地で水田となつている残丘で、日詰町城山とつづいている、植生；ススキ、ワラビ、シバ等。

第1層 0～20cm 褐色壤土 根の分布密、第1層より第3層まで各層とも径1cm位の円礫を含む、この表層はかなり削剥されているように思われる。

第2層 20～50cm 漸変、赤褐色壤土。

第3層 50～100cm 漸変、濃赤褐色壤土。

第4層 100～165cm 明変、濃赤褐色に汚染された径5cm位の円礫に頗るとむ層。

第5層 165～185cm 明変、黒褐色に汚染された5cm位の円礫に頗るとむ層。

第6層 185cm 以下 明変、黄褐色に汚染された径5cm位の円礫に頗るとむ層。

第4～6層の礫の種類は石英粗面岩、石英安山岩が

多く、この他凝灰岩、珪岩も多い。大部分の礫は非常にもろく指で圧碎可能である。

4. 古館 場所；古館村古館駅北方300m線路脇、標高；105m，地形；東西にのびる残丘で残丘の南北は開析された低地で水田である。

植生；ツツジ、ワラビ、ススキ、シバ、ナラ等の灌木、草地。

第1層 0～5cm 堆葉層、黒褐色。

第2層 5～25cm 漸変、黒褐色壤土。粒状構造、植物根の分布密。

第3層 25～40cm やや明変、赤褐色壤土。

第4層 40～100cm 明変、黄褐色埴壤土、径約5cmの塊状の亀裂がありそれにそつて鉄の斑紋がある。

第5層 100～150cm 漸変、橙黄色砂壤土、鉄の沈積がある。

第6層 150cm 以下やや明変、灰色埴壤土、ヨシ根跡に径約1～5cmの高師小僧がある。

5. 村崎野 場所；北上市村崎野駅南150m，二子農協倉庫前、標高80m 地形；比較的平坦な段丘面で附近にはかなり深い開析谷が発達しているため、段丘面の表層は多少削剥されて、凹所に深く堆積している。植生；ナラ、クリ、赤松、シバ、ワラビ等

第1層 0～15cm 暗褐色埴壤土、本来は黒色土層がこの表層にのつているものが削剥されて漸移層が表層にあらわれ、かなり現在の植生の影響をうけているものと思われる。

第2層 15～55cm 漸変、赤褐色埴壤土。

第3層 55～90cm 漸変、灰褐色埴壤土、第1、2、3層とも径1cmの角礫を含む。また第2、3層は乾燥すると粒状→角塊状となり極めて固くなる。

第4層 90～165cm 波状に明変、黄褐色浮石層 第4層から第6層までは浮石層であるが上層ほど径が小さく且もろくなつている。

第5層 165～200cm 漸変、灰白色浮石層 浮石塊の間に灰白→灰黄褐色の被膜（いわゆる allophane 被膜といわれているもの）の発達第4、第6層に比べて著しく多い。

第6層 200～250cm 漸変、黄褐色浮石層径3～5cmの角礫状でかなり固い。また浮石層中には笹森土壌の場合と同様、黒色角礫（1～3cm）が含まれている。

第7層 250cm以下 明変、第6層と第7層との間に約1cmの厚さの黒紫色のマンガン斑紋がある。灰褐色埴土、乾燥すると極めて固い。

6. 石鳥谷 場所；石鳥谷町石鳥谷駅西約200m 石鳥谷中学校正門前，標高100m，地形；平坦な段丘面，植生；シバ，ツエクサ，クローバ，赤松。

第1層 0～7cm 暗褐色埴壤土，根の分布密。

第2層 7～13cm やや明変，角塊状（約2cm）構造をもつ，褐色埴土。

第3層 13～28cm 漸変，黄褐色埴土中に灰白色埴土が混入。

第4層 28～49cm 漸変，黄褐色角塊状（約5cm）構造をもつ埴土。

第5層 49～60cm 漸変，径10cm 位の大塊状構造をもつ灰褐色埴土。

第6層 60～200cm 漸変，灰白色埴土，鉄の斑紋がある。

これらによれば比較的開析をうけないと思われる残丘上の土壌断面は表層から約2m以内では黒色土層，黄褐色土層，浮石層（これを欠くものもある），灰黄色粘土層，礫層の順に堆積している。しかもこの堆積様式は段丘の南端（前沢町）から北端（飯岡村）にいたるまでは類似しているが，ただ浮石層の有無によつてこの段丘

土壌を大きく2つの地区即ち豊沢川を境としてそれよりも北部の浮石層を欠く地域と，南部の浮石層をもつ地区に分けることが出来る。段丘面が河川によつて開析をうけた場合には，後述するように開析の程度によつて上記の2，3の層が剝離され，同時に新たな母材によつて被覆される。なお比較のために，段丘下の北上川河成沖積地帯の土壌としての岩手農試本場，盛岡試験地，花巻，稲瀬，胆江分場（いずれも水田土壌）の土壌も供試した。

2) 段丘土壌の理化学的性質

北上盆地の段丘上の土壌はほとんど全域にわたつて黒色土層，黄褐色土層，浮石層（北部はこれを欠く），灰黄色粘土層，礫層の順に堆積し，土壌断面形態が類似していることを指摘したのであるが，これらの形態的に類似している各層は全域を通じてどのようなものであるかを次に調査した。

i) 一次鉱物組成

土壌はその母材の影響をうけることが極めて大きいので，どのような母材に由来するか，また作物に対する養分供給能力を知るために土壌の一次鉱物の組成を調べた。鉱物の判定に用いた試料の作製は沈降法によつて細

第3表 土壌中の一次鉱物組成（細砂部分）

土 壌 名		無 色		鉱 物		有 色					鉱 物		備 考
		石 英	斜長石	ガ ラ ス		黒雲母	角閃石	紫蘇輝石	磁鉄粒	その他			
				扁平状	ビーズ状								
笹 森	1	20	3	35	3	2	0	13	4	10	長石，ガラス類の 風化が著しい ガラス風化進行		
	2	30	5	30	0	0	0	15	15	5			
	3	30	5	12	8	2	8	20	16	0			
	4	15	5	30	0	0	0	30	18				
村 崎 野	1	33	3	15	18	3	0	5	16	7	褐色ガラスがある		
	2	30	3	15	10	2	5	20	15				
	3	30	5	30	0	0	0	15	15				
	4	17	3	50	0	0	2	10	5				
	7	50	7	0	7	15	0	0	18				
古 館	1	20	4	60	0	2	0	4	6				
	2	80	2	5	0	5	0	5	0				
	4	70	2	0	5	10	0	3	5				
石 鳥 谷	1	30	2	20	20	10	0	3	5		珪藻遺骸がある		
	2	50	2	7	10	15	0	0	16				
	4	60	0	0	20	10	0	0	10				
花 巻	1	70	5	10	1	10	0	3	3		珪藻遺骸がある		
	3	60	5	10	2	15	0	6	3				

砂部分を分離し、 H_2O_2 で有機物を分解し、さらに少量の10% 蓚酸アンモン液を用いて鉱物表面の脱鉄処理を行った。とくに細砂部分を用いた理由はこの部分は、鉱物の種類に最も富んでいるということによるものである。この結果を細砂部分中の鉱物組成の百分率によつて示すと第3表の通りである。

これによれば各地点とも黒色土層、黄褐色土層、浮石層は火山ガラスとくに 菅野¹⁶⁾ の報告した扁平ガラスに相当するものが多く、磁鉄粒、紫蘇輝石も他に比べて多い。黒色土層中には炭化した微細な木片が多数みとめられる。村崎野の1, 2層は、ビーズ状ガラス¹⁶⁾ 及び黒雲母がやや多い。一方灰黄色粘土層は何れも大部分が石英であり、黒雲母が多くなり扁平状ガラスは全くみらず、ビーズ状ガラスが多くなる。

以上のことから判定すると黒色土層、黄褐色土層は紫蘇輝石質安山岩の火山灰を主とした土壌と推定される。また黄色粘土層は黒色、黄褐色土層とは異なる母材から出来ており、周囲の地質からみて第三紀層の石英粗面岩質または石英安山岩質母材から出来ているものと思われる。村崎野土壌の表層はビーズ状ガラス、黒雲母等を比較的多く含んでいることからみて、かなり水の影響をうけて灰黄色粘土層と同質の母材を多少混入しているように思われる。

上述の鉱物組成からこの地域の段丘土壌の表層は火山灰土であると推定されたが、これを他の地方の火山灰土壌と比較すれば北海道十勝地方の火山灰土²⁵⁾、樽前岳火山灰土²⁴⁾ 等と比較して斜長石が著しく少いことが特徴である。更に岩手火山A統、C統火山灰土及び青森県三本木市附近の火山灰土⁴⁾ に比較しても斜長石の量が少い。このように斜長石の少いことは堆積した母材そのものの性質によるものであるか、その後の風化によつて変化したものであるかどうかは断定しがたいが、石灰及び珪酸の供給の少いことを示唆している。²⁴⁾

ii) 機械組成

施肥改善事業土壌分析法記載の国際土壌肥料学会法に準じて機械組成の分析を行った。その結果は第4表の通りである。

これによれば各土層ともに土性は“clay loam”乃至“light clay”である。2 μ 以下の粘土部分は約15~25% (乾土当) である。土性は各土層ともに大差がないが現地での触感及び風乾後の硬さ、碎易度等は表層の黒色、黄褐色火山灰土と灰黄色粘土では著しく異なり、灰黄色粘土は風乾後極めて硬くなり碎けにくい、前2者は輕鬆で碎けやすい。

iii) 土壌の分散性

段丘上の水田土壌は沖積地水田土壌に比較して一般に透水性が著しく、また分散せず土壌が緊密となることはたえず経験するところである。これらの土壌の理学的の差異は単に上述のように土性だけの差からは論ずることが出来ず、粘土の性質の差異からくるものと思われる。したがってここではとくに漏水性に対する考慮から土壌粘土部分の分散性を測定した。

土壌の分散性の測定は江川¹⁾の方法に準じたがその方法を概説すれば次の通りである。70メツシユ篩別した風乾土(腐植を分解しない)を中性 N-NaCl で、次に中

第4表 土壌の機械的組成

土層	壤位	粗砂	細砂	微砂	粘土	粗砂+ 細砂	土性
		%	%	%	%	%	
笹	1	9.2	27.6	46.8	16.5	36.8	SiCL
	2	5.1	37.2	41.1	16.6	42.3	CL
	3	12.1	40.4	29.5	18.1	52.5	CL
村崎	1	4.6	25.5	42.6	27.2	30.1	LC
	2	3.0	38.2	32.7	26.2	41.2	LC
	3	6.4	42.2	30.4	21.0	48.6	CL
	7	6.7	35.9	32.4	25.1	42.6	LC
古館	1	8.3	26.8	39.2	26.6	35.1	LC
	2	6.1	33.2	38.7	22.0	39.3	LC
	3	1.9	35.8	40.8	21.4	37.7	LC
	4	14.9	36.4	20.2	18.0	51.3	LC
石鳥谷	1	4.7	25.3	44.4	25.6	30.0	LC
	2	3.6	39.2	36.3	20.8	43.8	LC
	3	2.6	43.2	37.0	17.1	45.8	LC
花巻	1	3.7	32.4	37.6	26.4	36.1	LC
	2	2.5	35.0	46.0	16.4	37.5	CL
	3	1.0	41.5	54.5	3.0	42.5	SiL
胆江	1	7.0	32.3	43.4	17.2	39.3	CL
	2	6.1	34.6	45.7	19.2	40.7	SiCL
	3	7.2	32.8	46.0	19.0	35.0	SiCL
赤	1	11.4	23.0	38.2	28.7	34.4	LC
	2	21.7	24.7	27.1	26.5	46.4	LC
	3	21.8	29.4	23.0	25.8	51.2	LC
林	4	12.4	14.8	69.6	2.0	37.2	SiL
松ノ木	1	22.6	25.0	43.8	8.6	47.6	L
	2	18.3	33.0	39.1	9.6	51.3	L
	3	25.0	40.0	28.9	6.1	65.0	SL
	4	17.1	37.1	37.4	8.4	54.2	L

性重曹及び80%メタノールで反覆処理し Na- 土壌を作つた。分散法は Na- 飽和土壌0.5gに蒸溜水を加えて懸濁液とし、 $\frac{N}{10}$ HClまたは $\frac{N}{10}$ NaOH を滴下し懸濁液のpHを所定の値にした。この懸濁液を50cc容沈定容積測定用シリンドラーに移し、標線迄蒸溜水をみだし、密栓したシ

リンドラーを1時間振とう後2 μ 以下の粒子を含む懸濁液をピペット法によつて10ccを秤量管に採取し100°Cで蒸発乾固させ秤量し内容物重量を知つた。この値をmg単位で表わしこれを分散度とした。なお分散液のpH及び等電点を測定した。その結果は第5表に示す通りである。

第5表 土 壌 の 分 散 性

笹 森 2 層		笹 森 3 層		笹 森 5 層		村 崎 野 1 層		古 館 2 層		古 館 4 層	
pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.
2.60	6.1	2.30	4.8	3.59	13.0	3.46	1.5	2.24	5.3	3.24	2.0
3.70	2.0	3.94	3.0	4.04	10.4	2.30	3.0	4.00	1.8	3.40	2.0
4.04	0.7	4.28	2.0	4.30	9.5	4.14	2.0	5.62	1.1	5.10	1.5
5.46**	2.7	5.20	1.0	4.94	7.6	4.56	3.2	6.05	3.8	6.08	11.5
5.94	2.7	5.64	1.0	5.92**	2.3	6.09	7.0	6.46	7.5	6.42	13.3
6.40	2.7	5.70	1.0	6.55	1.9	6.60	7.5	6.70	10.3	6.56	13.9
6.60	2.7	7.16	12.5	7.68	7.5	7.00	7.7	6.90	13.7	6.74	16.2
8.68	4.7	7.18	12.5	9.16	8.1	7.80	8.5	7.40	15.5	7.10	17.5
9.74	16.5*	9.26	15.0			9.54	14.5*	8.64	16.5	7.56	19.3

石 鳥 谷 4 層		金 ケ 崎 8 層		稲 瀬 1 層		稲 瀬 3 層		花 巻 1 層		花 巻 3 層	
pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.	pHf	mg/10cc.
2.40	1.0	2.16	4.3	2.00	3.7	2.40	2.5	2.20	4.5	2.56	2.5
4.26	0.8	2.96	4.3	3.36	3.8	3.40	1.5	3.50	8.7	3.04	2.0
6.18	7.0	3.80	5.0	4.86	9.0	4.82	5.5	5.00	17.5	4.75	3.0
6.37	10.5	5.00	6.1	5.70	9.0	5.50	5.5	6.00	18.3	5.64	3.2
6.60	12.7	6.30	5.2	6.24	9.0	6.10	5.5	6.76	19.0	6.32	3.2
6.74	18.8	6.76	7.0	6.60	9.0	6.88	5.5	7.20	19.0	6.64	3.2
7.36	28.0	7.76	7.7	6.72	9.0	7.76	6.7	7.96	19.3	7.00	3.2
8.90	30.7			7.40	10.5	9.14	10.0	8.78	22.0	7.58	4.0
				9.30	14.3	10.64	17.5	10.26	25.9	7.70	7.5*

* 解膠 ** I.E.P pHf: 最終pH

第5表によれば分散性の差異によつて土壌は5つの型に分類出来る。

1型: pH5を境としてそれ以下ではほとんど分散しないが、pH5以上では急に著しく分散する土壌(古館4層, 石鳥谷4層, いずれも灰黄色粘土層)

2型: 1型に類似しているが、急に分散しはじめるpHが1型よりやや高くpH5.5で、その点から酸性側で再び分散する土壌(笹森3層, 古館2層, いずれも黄褐色火山灰土)

3型: pH4附近ではほとんど分散が起らず、それ以下では分散度がやや大になるが、pH4~6では分散がやや増加し、6~8までは一定であるがpH8以上では

腐植の解膠によつて再び著しい増加を示す土壌(村崎野1層, 笹森2層, いずれも黒色火山灰土)

4型: pH附近から分散しはじめpH5~7まではほぼ一定であり、7以上で再び増加する土壌(花巻1, 3層, 稲瀬1, 3層いずれも北上川沖積地土壌)

5型: pH6~7で分散が最も少く、それ以下及び以上で分散が増加する土壌(笹森5層, 浮石層)

江川¹⁾によれば上記5つの型中1型は“halloysite”及び“endellite”型のものにみられ、5型は“allophane”型のものにみられるとしている。

以上の結果から粘土の分散性は黒色火山灰土, 黄褐色火山灰土, 浮石層及び灰黄色粘土は各々異なつた型を示

している。しかしながら浮石層を除きたいずれの土壤も pH 6 以上では分散性が著しいが、黄褐色火山灰土、灰黄色粘土、浮石層は pH 5~7 の範囲内では pH] の変化に伴う分散性の変化が著しい。一方河成冲積地土壤は例数は少いが pH による分散性の変化が少く安定であることが特徴である。土壤の分散性は母材、置換性塩基の種類（すなわち和湿度）、pH 及び酸化還元等の因子によって支配され、しかもこれらの因子は自然条件下では相関連しているものである。したがって pH の変化によって分散性が著しく変化するという事実は、段丘土壤が土壤管理及び温度等の変化によって分散性を著しく変化しうることを示している。またこの分散の不安定性が漏水性と結びついていることが推定され、更に土壤管理が適

切である場合には漏水性を減少しうることも示唆しているのである。

iv) 土壤の化学的性質

段丘土壤の水稻の生産は丘段下にある河川冲積土壤に比較して低収でまた不安定であり、これは主として土壤の性質によるものであろうと推定したのであるが、この点について主として段丘土壤での作物に対する養分の供給及び保持の面から検討しようとした。このため代表地点の土壤の各層について化学的性質を明らかにした。その結果は第 6 表の通りである。

a) Tamm 試薬可溶性成分 土壤の養分供給力は母材とその風化によって著しく支配されるのであるが、まず Tamm 試薬可溶の風化ゲル (amorphous) を測定した。

第 6 表 土 壤 の 化 学 的 性 質 (その 1)

土 壤	層位	腐 植	T—C	T—N	C/N	pH (H ₂ O)	加 水 酸 度 y ₁	磷 収 係 数
笹 森	1	10.80	6.00	0.54	11.1	5.10	29.8	2050
	2	11.10	6.10	0.54	11.3	5.45	33.4	2620
	3	—	—	—	—	5.95	12.4	1870
	4	—	—	—	—	6.15	3.3	2550
	5	—	—	—	—	6.10	2.9	2390
	6	—	—	—	—	6.10	4.1	1930
	7	—	—	—	—	6.15	3.1	2080
村 崎 野	1	8.30	4.80	0.31	15.5	5.70	30.5	2300
	2	—	—	—	—	5.70	22.2	2130
	3	—	—	—	—	5.85	3.7	1830
	4	—	—	—	—	6.10	3.1	2050
	5	—	—	—	—	6.30	4.9	2500
	6	—	—	—	—	6.40	5.4	2180
	7	—	—	—	—	—	6.6	1950
	8	—	—	—	—	5.80	6.6	1490
金ヶ崎	1	21.80	12.60	0.88	14.3	5.25	64.1	1460
	2	12.45	7.20	0.54	13.3	5.15	37.2	2210
	3	12.00	6.35	0.44	14.3	5.40	44.6	2490
	4	2.49	1.44	0.19	7.6	5.30	20.4	1600
	5	—	—	—	—	6.05	9.1	1010
	6	—	—	—	—	6.10	8.1	1010
	7	36.30	21.00	0.75	28.0	4.40	80.5	2210
	8	35.30	20.40	0.54	37.8	4.40	81.2	2550
紫 波	1	2.08	1.20	0.22	5.5	6.10	7.0	1270
	2	—	—	—	—	5.20	18.2	1250
	3	—	—	—	—	5.20	27.0	1310
	4	—	—	—	—	5.10	25.2	1310
	5	1.08	0.60	0.12	5.0	4.90	17.2	1070

土 壤	層位	腐 植	T—C	T—N	C/N	pH (H ₂ O)	加 水 酸 度 y ₁	燐 収 酸 係 数
古 館	1	7.89 [%]	4.51 [%]	0.40 [%]	11.4	6.20	21.4	1870
	2	—	—	—	—	6.20	8.7	1610
	3	—	—	—	—	5.85	23.0	1330
	4	—	—	—	—	5.85	16.8	1220
	5	—	—	—	—	5.50	23.8	1350
石 鳥 谷	1	6.20	3.60	0.34	10.6	5.75	19.1	1495
	2	—	—	—	—	5.70	23.9	1530
	3	—	—	—	—	5.65	26.4	1470
	4	—	—	—	—	5.50	28.3	1650
	5	—	—	—	—	5.55	26.0	1570
	6	—	—	—	—	5.50	20.6	—
赤 林	1	19.08	11.07	0.62	18.0	6.25	16.8	2330
	2	19.08	11.07	0.54	20.5	6.10	16.8	1965
	3	3.18	1.83	0.43	4.2	6.05	17.4	1810
	4	—	—	—	—	5.55	4.6	1050
松 ノ 木	1	17.00	9.90	0.54	18.3	6.20	13.4	1910
	2	21.20	2.20	0.68	17.9	6.10	16.8	2350
	3	9.50	5.50	0.25	2.3	6.55	17.9	1760
	4	—	—	—	—	6.00	1.7	940
岩手農試	1	3.94	2.28	0.26	8.8	5.50	20.8	1420
	2	3.12	1.80	0.24	7.5	6.10	24.4	1610
	3	1.08	0.60	0.12	5.0	6.50	4.9	1210
花 巻	1	5.40	3.12	0.45	7.0	5.60	16.8	1230
	2	1.66	0.96	0.19	5.1	6.20	6.4	1420
	3	2.08	1.20	0.19	6.3	6.25	9.7	1480
	4	—	—	—	—	5.60	8.5	1230
稲 瀬	1	—	—	0.31	—	5.40	19.1	1420
	2	—	—	—	—	5.85	11.2	1410
	3	—	—	—	—	6.45	6.6	1550
	4	—	—	—	—	6.60	4.3	1630
	5	—	—	—	—	6.60	4.3	1420
盛岡試験地	1	7.24	4.20	0.39	10.8	5.80	14.6	1200
	2	—	—	0.24	—	6.30	10.9	1330
	3	—	—	0.19	—	6.55	6.8	1110
胆 江 分 場	1	5.17	3.00	0.31	9.7	5.40	19.3	1390
	2	—	—	—	—	5.20	18.0	1430
	3	—	—	—	—	6.50	6.6	1490
	4	—	—	—	—	6.30	9.9	1670
	5	—	—	—	—	6.40	3.7	1490
	6	—	—	—	—	6.30	3.3	1550

この結果によれば笹森、金ヶ崎、村崎野、古館、松ノ木、赤林等の黒色火山灰土層は珪酸はいずれも0.5～1%であり、他の火山灰土に比べ極めて少く、鉄は2～3.5%、アルミナは3～8%である。黄褐色火山灰土層は珪

酸含量は黒色土層と大差なく、鉄はやや増加しアルミナは減少する傾向がみられる。浮石層は珪酸、アルミナともに著しく多く、鉄は上部2層に比べて約半量以下である。灰黄色粘土層は珪酸、鉄、アルミナともに著しく少

く風化ゲル総量も著しく少い。

これら各層間の風化ゲル含量の差は母材及び風化の差を示すと思われるが、最下層の灰黄色粘土層は風化のかなり進化した安定な結晶をもつ粘土鉱物を主体とし、こ

第6表 土 壌 の 化 学 的 性 質 (その2)

土 壌 名	層位	塩基置換容量me.		i-charge me.	o-charge me.	置 換 性		Tamm 可 溶 性 成 分			
		pH 7	pH 5			石 灰	苦 土	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Total
笹 森	1	31.2	19.4	3.5	27.7	1.8	0.8	0.39	3.31	2.38	6.08
	2	28.0	20.5	3.3	24.7	1.5	0.2	0.92	6.64	2.99	10.55
	3	15.6	9.8	5.1	10.4	1.3	1.1	0.89	4.07	4.33	9.29
	4	4.5	3.6	0.7	3.8	0.8	0.0	6.35	12.39	3.35	22.09
	5	6.6	2.8	0.7	5.9	0.5	0.0	7.75	13.22	1.35	22.32
	6	7.0	—	—	—	0.6	0.0	8.83	13.73	0.87	23.43
	7	6.7	3.0	—	—	1.9	0.0	7.65	12.15	1.75	21.55
村 崎 野	1	24.5	16.7	4.8	19.7	1.0	0.3	0.61	4.74	3.68	9.03
	2	21.5	16.2	11.0	10.5	1.3	1.9	0.55	3.53	3.97	8.05
	3	18.4	12.6	8.1	10.3	6.1	4.1	1.48	5.21	4.37	10.06
	4	11.8	6.4	2.6	9.2	2.4	0.0	8.87	18.72	1.38	28.97
	5	13.4	9.2	2.1	11.3	3.1	2.2	10.76	16.50	1.52	28.78
	6	—	—	—	—	—	—	8.13	12.99	1.41	22.53
	7	—	—	—	—	—	—	3.48	5.70	2.70	11.83
	8	16.6	13.5	13.1	3.5	7.3	4.9	0.53	1.06	2.24	3.83
金ヶ崎	1	38.8	—	—	—	1.3	5.4	0.32	3.08	2.81	6.21
	2	27.3	—	—	—	1.5	5.0	0.56	4.07	3.39	8.02
	3	26.6	—	—	—	0.1	0.0	0.34	4.31	2.74	7.39
	4	10.5	—	—	—	0.1	0.0	0.16	0.92	1.54	2.62
	5	6.3	—	—	—	0.2	0.1	0.26	1.00	0.64	1.90
	6	9.9	—	—	—	0.6	0.6	0.18	0.70	1.31	2.19
	7	46.2	—	—	—	1.5	0.6	0.98	1.95	1.50	4.43
	8	44.9	—	—	—	1.7	0.8	1.46	2.92	1.50	5.88
古 館	1	22.4	16.3	4.2	18.2	5.2	0.7	0.71	3.91	2.62	7.24
	2	18.8	14.3	10.2	8.6	7.8	1.7	0.89	2.30	2.67	5.86
	3	22.0	12.3	14.6	7.4	5.8	2.2	0.28	1.21	1.62	3.11
	4	15.1	10.7	10.3	4.8	3.9	3.3	0.16	0.75	1.92	2.83
	5	23.6	14.8	—	—	5.1	2.6	0.21	1.00	1.04	2.25
石 鳥 谷	1	29.6	—	—	—	12.3	7.7	0.18	0.57	1.37	2.12
	2	27.6	—	—	—	10.0	4.8	0.22	1.40	1.90	3.52
	3	33.2	—	—	—	11.2	6.6	0.20	1.10	2.05	3.35
	4	37.8	—	—	—	13.4	8.5	0.29	1.72	1.83	3.84
	5	41.0	—	—	—	16.5	8.8	0.24	1.01	0.82	2.07
赤 林	1	33.4	24.8	7.8	25.6	14.6	0.7	0.59	4.07	3.68	8.34
	2	32.4	23.8	—	—	11.2	1.1	0.63	4.91	3.94	9.48
	3	21.2	16.2	9.7	11.5	9.2	2.1	0.71	3.25	3.46	7.42
	4	26.4	10.0	15.6	10.8	9.9	4.1	0.23	1.35	1.48	3.06

土 壤 名	層位	塩基置換容量		i-charge me.	o-charge me.	置 換 性		Tamm 可 溶 性 成 分			
		pH7me.	pH5me.			石 灰 me.	苦 土 me.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Total
松ノ木	1	33.8	25.7	—	—	12.7	0.0	0.70	3.89	2.64	7.23
	2	33.2	25.7	—	—	14.1	0.2	0.53	4.35	3.49	8.37
	3	17.4	12.2	—	—	3.9	0.0	0.94	3.86	2.70	7.50
	4	24.3	11.8	—	—	11.7	2.2	0.20	1.20	1.79	3.19
太 田	1	28.2	—	—	—	10.0	—	0.21	1.02	0.53	1.76
	2	26.2	—	—	—	9.7	—	0.20	0.91	0.57	1.68
	3	17.1	—	—	—	1.3	—	0.22	0.63	0.95	1.80
	4	13.7	—	—	—	5.7	—	0.33	1.60	0.88	2.81
	5	17.2	—	—	—	5.2	—	0.45	1.47	2.09	4.01
岩手農試	1	29.0	19.0	—	—	14.8	2.0	0.50	1.81	0.77	3.08
	2	29.2	—	—	—	25.2	3.6	0.60	0.93	1.45	2.98
	3	15.2	—	—	—	—	—	0.48	1.30	0.44	2.25
花 巻	1	24.6	—	8.6	16.0	9.6	—	0.09	0.98	0.54	1.61
	2	18.8	—	10.6	8.2	9.2	—	0.20	0.91	2.37	3.48
	3	23.2	—	13.0	10.2	10.7	—	0.32	1.04	2.63	3.99
	4	19.0	—	—	—	8.7	—	0.11	0.74	0.85	1.70
稻 瀬	1	22.0	—	9.7	12.3	8.8	—	0.24	0.87	1.18	2.29
	2	20.9	—	10.6	10.3	10.6	—	0.27	0.79	2.89	3.95
	3	24.6	—	13.6	11.0	15.0	—	0.30	1.25	2.09	3.64
	4	19.2	—	—	—	10.8	—	0.37	0.96	1.86	3.19
盛 岡 試 験 地	1	20.8	14.0	5.1	15.7	4.4	1.0	0.58	2.20	1.06	3.84
	2	16.1	—	5.4	10.7	5.6	1.1	0.34	2.98	3.02	6.34
	3	10.4	—	—	—	4.7	0.7	0.31	1.35	1.21	2.87
胆江分場	1	17.8	16.0	9.8	8.0	6.9	0.9	0.34	1.35	2.16	2.16
	2	20.4	—	10.6	9.8	9.5	2.4	0.35	0.58	2.56	2.56
	3	21.7	—	14.0	7.7	13.5	3.1	0.28	1.11	1.92	1.92

れの上部に堆積している土層とは明らかに異なつた母材が異なつた環境下（おそらく水中堆積）に堆積したものと推定される。また浮石層は風化があまりすすんでいないものであるが、この一次鉱物はほとんど火山ガラスから出来ており、これが表層に露出し水の作用をうけると急速に風化が進行するものと思われる。

更にこの地域の火山灰土壌は東北地方の他の火山灰土壌すなわち厨川、藤坂土壌に比較して珪酸含量は著しく少く、また鉄、アルミナもやや少いが、神宮寺土壌に比べていずれもやや多い。これらの土壌は何れも複輝石安山岩質火山灰土であり、風化段階にかなりの差があり、その進行程度は神宮寺>北上段丘>藤坂>厨川の順であるかと推定される。³⁾

Tamm 試薬可溶性部分すなわち amorphous 部分の

珪酸、鉄は吾々の調査によれば水稻に対する有効性成分とみることが出来るが、珪酸の少いことは水稻に対する珪酸供給力の少いことを示している。また鉄、アルミナが多いことは土壌の磷酸吸収力を増大せしめ、水稻に対する磷酸の供給を少くし、土壌コロイドをゲル化させ、土壌の膨軟性を少くし漏水をばげくさせている原因となつていると考えられる。更に腐植は鉄、アルミナと結合しC/N比の大きいものとなつている。

b) 塩基置換、置換性塩基及び土壌反応 Schollenberger法によつて塩基置換容量及び置換性塩基含量を定量し、更に吉田の方法³²⁾によつて吸着基を i-charge と o-charge とに分離定量した。

その結果によれば黒色火山灰土壌は腐植含量が多いため置換容量は著しく大である。その吸着基を分類すれば

i-charge すなわち粘土鉱物の結晶格子内の荷電による吸着基は 5 me 以下で極めて少く、吸着基の大部分は **o-charge** すなわち腐植、無定形無機風化ゲルまたは粘土鉱物の結晶外部の負荷電によつて占められている。黄褐色火山灰土壌は腐植含量が少いため、塩基置換容量は小であり、また **i-charge** は 5 ~ 8 me で少く、吸着基の約 % が **o-charge** によるものである。浮石層の置換容量は笹森浮石層では著しく少く約 5 me 前後であり、しかも **i-charge** がほとんど 0 である。これに反して村崎野浮石層では置換容量は 10 ~ 13 me で増加しているが、これは風化ゲル含量が笹森に比べて多くまた allophane 被膜²⁸⁾ が顕著に発達しているため負荷電が増加しているものと思われる。しかし **i-charge** は少く、大部分が **o-charge** である。灰黄色粘土は比較的置換容量も多く、しかも **i-charge** が上記 3 土壌に比べて約倍量でいずれも約 10 me 以上である。

置換性塩基含量は黒色、黄褐色火山灰土、浮石層は置換性石灰、苦土とも極めて少く、厨川、藤坂土壌に比べて顕著な差異がみとめられる。³⁾ しかしながら黄色粘土は一般に多くとくに石島谷土壌では著しく多い。

加水酸度をみるに黒色火山灰土は著しく大であるが、黄褐色火山灰土、浮石層は小である。灰黄色粘土はかなり大であり **i-charge** は潜酸性の原因となしていると考えられる。吉田によれば **o-charge** は主として Ca^{++} 、 Mg^{++} 等の吸着に用いられ、**i-charge** は NH_4^+ 、 K^+ の吸着が主であるとしている。したがつて黒色火山灰土の如く置換容量が大で、しかも **i-charge** が少く、大部分が **o-charge** である場合、 Ca^{++} 、 Mg^{++} の溶脱により **o-charge** の不飽和を生じ著しく加水酸度が大となる。一方灰黄色粘土のように置換容量はそれほど大ではないが **i-charge** がかなりの割合を占める土壌では、たとえ Ca^{++} 、 Mg^{++} が多くなつても結晶格子内の **i-charge** を飽和することが出来ず、したがつて **i-charge** は依然として不飽和の状態に保たれるため加水酸性を示すものと思われる。

磷酸吸収力は 2.5 % 磷酸アンモン法によつて測定した粘土層以外は磷酸吸収力が極めて大で 1800 以上である。

これら段丘上の土壌に対して段丘下に分布している河川沖積土壌は置換容量は比較的小であるが、**i-charge** が段丘土壌の 2 ~ 3 倍であり置換性塩基が多く、磷酸吸収力も弱い。

3) 段丘面の開析による土壌断面形態及び土壌の理化学的性質の変化

この盆地内に発達している段丘上の開析をうけない地点の堆積様式は一樣であることはすでにのべた通りである。しかもこの段丘堆積物は初め盆地内のかんりの範囲を埋めており、これからその後河川による開析をうけたものであることは、河川両岸に分布する段丘の堆積様式を対比することによつて確認されるところである。

したがつて沖積地土壌はいずれも段丘面の開析によつて形成されたものである。それ故段丘土壌の開析作用はそのまま沖積地土壌の生成に通ずるものであるとみることが出来よう。

次に段丘面が開析をうけた場合、開析の程度によつて土壌断面形態、土壌母材及び理化学的性質にどのような変化を及ぼすかを調査した。

i) 北上市附近の例

この地区の開析をうけない場合の土壌断面は先に示した村崎野土壌にみる事が出来る。この地区の地形と土壌断面形態を示すと第 4 図の通りである。¹²⁾

第 4 図で A、B は比較的开析をうけない段丘面上の水田断面形態であるが、火山灰及び浮石層が厚く堆積しており地下水位は低く、透水性が良好であり地表水の影響をうける地表水型水田土壌¹⁵⁾、褐色低地土¹⁴⁾となる。

C は段丘上の小河川によつて灰黄色粘土層の位置まで開析され、この開析によつて生じた低地に周辺からの黒色、黄褐色火山灰等が混合堆積したものである。粘土層は不透水層であるため地下水位が高くなり、下層にグライが形成されるが、表層は火山灰土を多量に混じっているため、透水性比較的良好であり、中間型¹⁵⁾、灰色低地土¹⁴⁾となる。

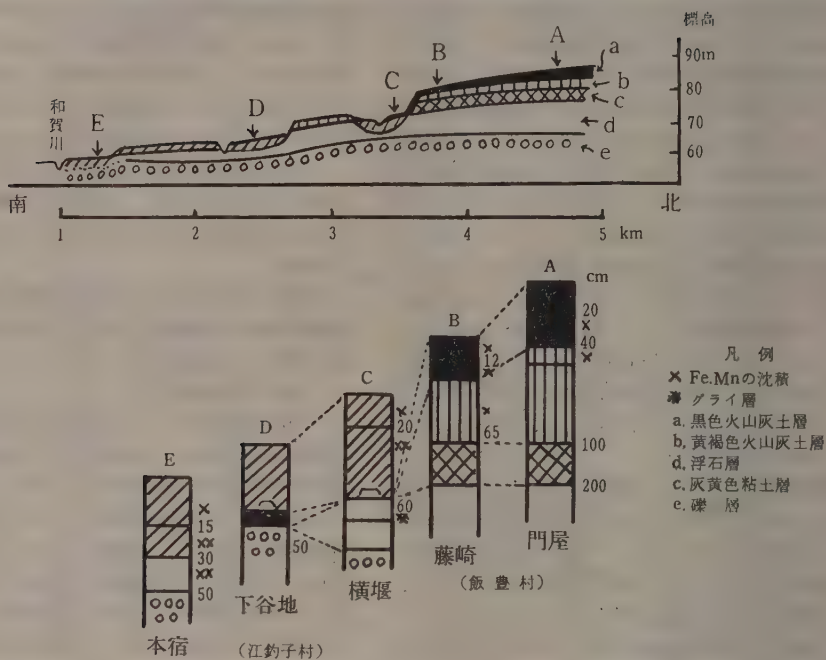
D は段丘崖の下に分布し灰黄色粘土層の下層の礫層の位置まで開析されたものであり、また和賀川の氾濫原 (flood plain) とみられ、段丘土壌母材及び和賀川上流の地質の影響を著しくうけている。また段丘面の伏流水が集まる地帯であり地下水位が著しく高く、したがつて地下水型¹⁵⁾、低湿地土¹⁴⁾となる。

E は和賀川の河川沖積地であり、下層は砂礫層であるが表層は和賀川上流の地質の影響を著しくうけ、火山灰の影響は著しく少い。地下水位は比較的低く表面水、中間型、褐色または灰色低地土となる。

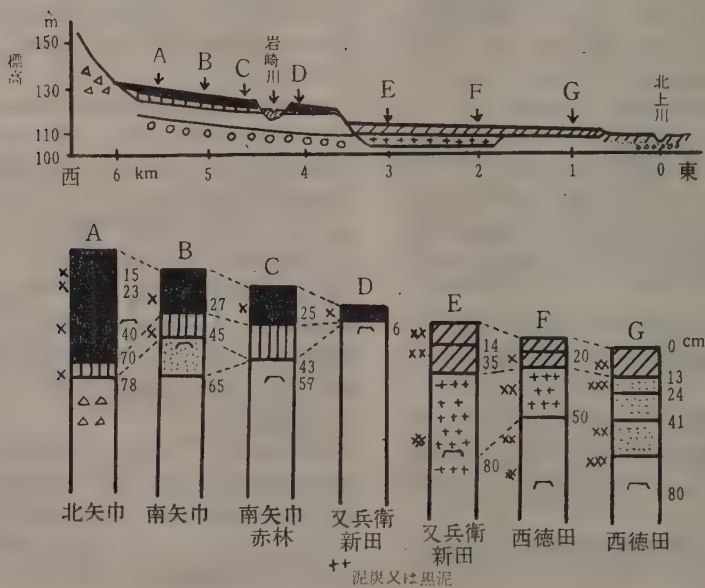
ii) 煙山地区の例

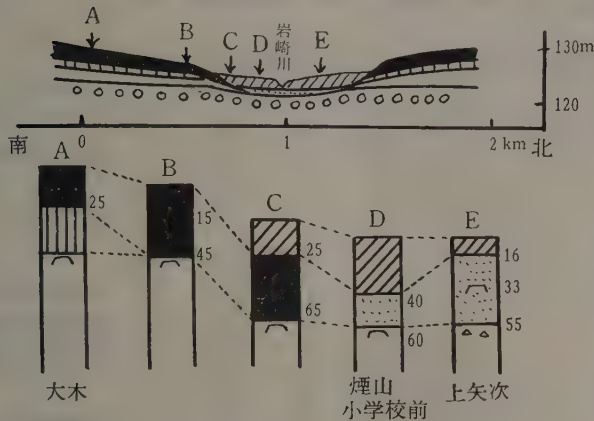
a) 土壌断面 この地区の比較的开析をうけない土壌断面形態は前述の古館、赤林、松木等にみられる通り表層より黒色火山灰土層、黄褐色火山灰土層、灰黄色粘土層の順に堆積している。この地区の東西及び南北線上の地形及び土壌断面は第 5、6 図の通りである。¹²⁾

第4図 北上市附近におまる開析による土壌断面の変化



第5図 煙山地区における土壌断面の変化 (東西断面)



第6図 煙山地区における開析による
土壌断面の変化（南北断面）


なおこの地域の山岳地（紫波山塊）の地質は前述の通り、第三紀層（石英粗面岩、安山岩質凝灰岩）であり、これに石英粗面岩（南昌山）、石英安山岩（赤林山、毒ヶ森）が入貫している。¹¹⁾

東西線上の地形をみると西部山麓にタラス（志和層）が、これにつづいて扇状地、段丘が発達し、更に北上川沖積地につづいている。土壌断面をみると山地寄りには表色火山灰が厚く被覆し、層は黒褐色下層には礫を含む灰黄色粘土層がある。標高が低くなるにつれて黒色火山灰層は次第に薄くなり、また灰黄色粘土層中にも礫が少なくなる。段丘下土壌では段丘面からの伏流水の注入をうけて泥炭層または黒泥層が発達し、更に北上川流域では下層に砂礫層が堆積している。段丘土壌では灰黄色粘土層が不透水層となつているため地下水が比較的高く約 50cm 内外であるが、滲透水の運動方向は粘土層までは垂直に移行し、次いで粘土層上を水平に移動する。このためか粘土層はほとんどグライ化をうけず、水田土壌は地表水型になる。

一方南北線上では岩崎川、芋沢川によつて開析されているが、開析によつて形成された低地帯は腐植含量が少く新たな母材が堆積している。

以上の例から知られる通りこの地区の土壌は段丘上にあつて開析をうけない土壌、開析低地の土壌及び段丘が完全に開析されて形成された沖積地土壌に分けることができる。

以下この3つの土壌について一次鉱物、理化学的性質をみると次の通りである。

b) 一次鉱物 各土壌とも第7表の通り石英が過半数を占めており、その他火山ガラス、黒雲母、紫蘇輝石、磁鉄粒等を含んでいる。各土壌についてその特徴をみると開析をうけていない段丘土壌はいずれも火山ガラスが極めて多く、更に紫蘇輝石、磁鉄粒も他に比べて多い。これに反して段丘上の開析低地上壤及び段丘下の土壌では火山ガラスが著しく少くなり、逆に珪藻の遺骸が混入していることが特徴的である。この珪藻遺骸は西部の紫波山塊の第三紀男助層中に多量に含まれているものと同一であり、開析をうけることによつて第三紀層母材が運ばれ、これが段丘上の火山灰土と混合して堆積したものともみることが出来る。

c) 土壌の機械的組成 第8表の通り一般に開析低地及び段丘下の土壌では砂分とくに粗砂の部分が少く、逆に微砂、粘土分が多くなるような傾向が認められる。

d) 化学的性質 第9表の通りである。開析をうけていない土壌は Tamm 可溶性の珪酸は他よりやや多く、鉄、アルミナも多く、磷酸吸収力は著しく強い。腐植含量も多く、C/N 比は水田化するとやや小になるが、一般に大である。また i-charge は少く置換性石灰、苦土も少く、酸性は強い。

段丘下の沖積地土壌は腐植含量が少く、C/N は小となり、珪酸、アルミナは減少するが、鉄は比較的多い。i-charge も多く、置換性石灰、苦土ともに著しく多くなり、磷酸吸収力、酸性ともに弱まっている。

段丘土の開析低地土壌は前二者の中間的性質をもっている。

第 7 表 煙山地区の土壤一次鉱物組成(%)

地 形	土 壤 番 号	層 位	無 色 鉱 物				有 色 鉱 物			備 考
			石 英	斜長石	扁 平 ガラス	ビーズ状 ガラス	紫 輝 石	黒雲母	磁 鉄	
開 析 を う け ない 段 丘	21	1	52	0	20	11	5	2	7	炭化木片がある（3％）
	22	1	42	1	15	25	5	4	6	炭化木片がある（2％）
		3	42	0	25	20	4	2	6	
開 析 低 地	23	1	86	1	3	5	1	2	1	炭化木片がある（1％）
		2	90	0	1	0	1	2	2	
	24	1	85	0	2	5	3	1	2	珪藻遺骸がある
		2	85	0	2	5	3	1	2	珪藻遺骸があり、炭化木片がある
		3	85	0	2	5	3	1	2	珪藻遺骸がある
段 丘 下 の 沖 積 地	25	1	77	2	5	5	3	3	3	珪藻遺骸がある
		2	75	2	5	5	3	3	3	
		3	80	1	7	5	3	3	0	
	26	1	77	0	5	5	1	1	1	
		2	75	0	7	5	2	2	1	

第 8 表 煙山地区土壤の理学的組成

	土 番 壤 号	地 目	層 位	粗 砂		微 砂	粘 土	粗 砂 細 砂		仮 比 重	
				%	%			%	%	粗	密
段 丘	4	畑	1	20.6	31.5	33.5	14.4	52.1	0.665	0.720	
			2	15.8	31.3	37.6	15.3	47.1	0.770	0.835	
	5	未耕地	1	5.5	23.0	66.7	4.8	28.5	0.584	0.644	
			2	5.5	16.0	74.4	4.5	21.5	0.830	1.020	
	9	畑	1	23.5	30.8	42.4	3.3	54.3	0.795	0.903	
			2	19.1	24.5	53.3	3.1	43.6	0.799	0.875	
	15	畑	1	9.3	27.0	51.5	12.2	36.3	0.679	0.740	
	6	水 田	1	13.0	16.3	64.0	6.7	29.3	0.684	0.770	
			2	11.1	13.0	74.5	1.4	24.1	0.931	1.061	
	7	水 田	1	4.7	19.3	67.6	8.4	24.0	0.572	0.641	
上			2	6.0	9.9	80.0	4.1	15.9	0.759	0.809	
	8	水 田	1	5.3	22.6	64.5	7.6	27.9	0.634	0.742	
	10	水 田	1	13.5	16.1	63.0	7.4	29.6	0.613	0.710	
	11	水 田	1	6.0	13.4	74.1	6.5	19.4	0.620	0.693	
	12	水 田	1	16.5	15.3	61.0	7.2	31.8	0.734	0.828	
	13	水 田	1	5.1	20.8	64.5	9.6	25.9	0.691	0.777	
			2	9.0	37.0	51.5	2.5	46.0	0.862	0.990	
	1	水 田	1	2.9	16.3	65.5	15.3	19.2	0.642	0.752	
			2	3.0	27.4	49.4	20.2	30.4	0.750	0.873	
	2	水 田	1	6.4	21.9	64.5	7.2	28.3	0.623	0.721	
			2	8.4	32.0	43.0	16.6	40.4	0.850	0.912	

第 9 表 煙山地区土壌の化学的性質(その1)

		土番	壕号	地目	層位	腐植	炭素	窒素	C/N	pH (生土)	置換度 y ₁	加酸度 y ₁	水度 y ₁	磷酸吸収係数
段丘上	開析をうけない段丘土壌	4		畑	1	9.33	5.40	0.62	8.7	6.15	2.30	5.9	2510	
					2	2.70	1.56	0.29	5.3	5.55	2.92	12.6	2538	
		5		未耕地	1	11.80	6.83	0.56	12.4	5.40	8.12	11.1	2661	
					2	—	—	0.18	—	5.20	8.54	13.7	1715	
		9		畑	1	7.47	4.32	0.47	9.2	6.00	2.08	17.7	2142	
					2	2.07	1.20	0.35	3.4	5.50	9.40	21.1	2430	
		15		畑	1	14.93	8.65	0.68	12.8	6.30	1.88	14.8	2325	
		6		水田	1	7.47	4.32	0.38	11.6	5.55	4.60	17.1	2201	
					2	—	—	0.12	—	6.05	2.50	17.3	1730	
		7		水田	1	8.92	5.16	0.59	8.8	5.85	6.68	17.4	2310	
					2	0.83	0.48	0.18	2.7	5.95	1.04	20.6	1720	
		8		水田	1	7.26	4.20	0.50	8.8	5.95	1.46	17.5	1888	
					1	6.84	3.96	0.50	7.9	5.55	7.34	19.1	2270	
	開析低地		水田	1	5.80	3.36	0.38	8.8	5.40	7.72	14.4	1967		
				1	2.90	1.68	0.27	6.3	5.25	7.30	18.1	1790		
				1	3.53	2.04	0.41	5.0	5.55	2.50	20.0	1750		
				2	0.62	0.36	0.15	2.5	5.95	1.46	15.1	1780		
段丘下の沖積地		水田	1	5.17	3.00	0.41	7.3	5.90	2.70	9.3	1844			
			2	1.74	0.84	0.21	4.1	6.25	2.08	10.8	1982			
			1	6.43	3.72	0.59	6.3	5.80	1.88	15.5	1986			
			2	1.74	0.84	0.38	2.2	6.00	0.98	13.9	1887			

第 9 表 煙山地区土壌化学的性質(その2)

土 壤 番 号	層 位	Tamm 試 薬 可 溶 成 分			
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	計
4	1	0.82	2.71	5.62	9.15
	2	0.70	3.42	4.26	8.38
5	1	0.66	2.91	4.63	8.20
	2	0.12	1.05	4.33	5.50
9	1	0.70	2.30	3.93	6.93
	2	0.88	3.18	3.52	7.58
15	1	0.48	2.81	4.24	7.53
6	1	0.26	2.39	2.26	4.81
	2	0.26	2.34	0.78	3.38
7	1	0.35	1.84	2.73	4.92
	2	0.16	0.61	1.39	2.16
8	1	0.35	0.67	1.97	2.99
	1	0.22	1.90	3.16	5.28
11	1	0.25	1.28	1.43	2.96
12	1	0.28	1.42	0.22	1.92
13	1	0.28	1.22	0.67	2.17
	2	0.32	2.37	0.52	3.21
1	1	0.24	0.99	1.06	2.29
	2	0.24	5.58	1.01	6.84
2	1	0.17	3.15	1.74	5.06
	2	0.28	3.55	0.80	4.63

以上の事実を総合すると煙山地区の段丘上の土壌は、下層は第三紀石英安山岩質または粗面岩質凝灰岩を母材としているが、表層は火山灰土によって厚く被覆されて

いる。したがって開析をうけない場合作物の生育は火山灰の性質によって著しく影響される。段丘が次第に開析されるにしたがつて開析地の土壌には火山灰及び第三紀層母材が混入する。この混入割合は開析程度によって変化し、開析がすすむにつれて第三紀層母材の混入が多くなる。このように開析によって形成された沖積地土壌は開析を行つた河川の上流の地質、母材の影響を著しく蒙ってくるものである。

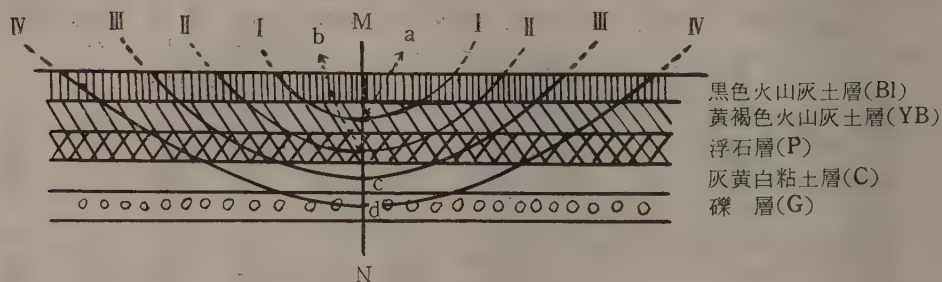
3) 開析作用による段丘水田土壌の断面形態の変化の法則法

水田土壌の断面形態の特徴は水の動きによって生ずる酸化還元によって規定されるものであり、わが国の水田土壌の形態的分類もすべてこの点を基礎として行われている。したがって水の運動方向を規定している地質、堆積様式等は水田土壌の形態分化に大きな影響を与えていることは当然であり、これらの点については多数報告されているところである。(14) (15) (29) (31)

この地域の段丘上の水田では上述の北上市附近及び煙山地区の例について示した通り、段丘面の開析の進行程度にともなつて起る土壌断面形態の変化は第 7 図の通り模式的に示すことが出来る。

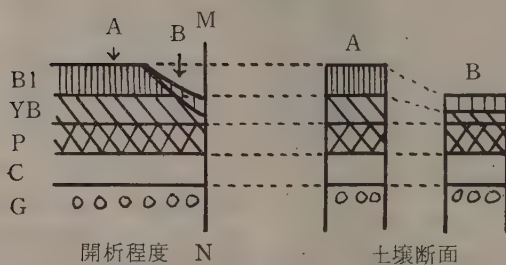
即ち第 7 図のような堆積様式をもつ段丘土壌が I, II, III, IV の逆拋物線の位置まで侵蝕開析をうけた場合を考えてみよう。なお第 6 図で黒色、黄褐色火山灰土

第7図 (1) 段丘面の堆積様式と開析程度

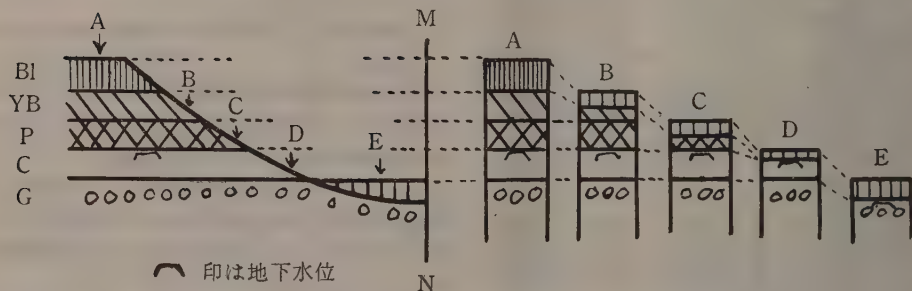


(2) 開析程度と土壤断面

(A) Iの線まで開析された場合



(B) IVの線まで開析された場合



層、浮石層はいずれも多孔質で透水性が良好であり、灰黄色粘土層は透水性が極めて少く不透水層となっている。

i) Iの面まで開析された場合：高所(A地点)では黒色火山灰層は削剥されて薄くなり、低所(B)では集積して厚い層となっている。しかしながらいずれも透性は良好でしかも地下水位が1 m以上もあるので、このような

水田では水は垂直に移動し、漏水性が著しく、表面水型、褐色低地土となる。

ii) IIの面まで開析された場合：Cの地点の表層は黒色、黄褐色火山灰層、浮石等の外に、上流から運ばれた新たな母材の混入により比較的腐植含量は少くなり、またその理化学性も変化する。しかしながら一般に地下水

第10表 煙山地区土壌の塩基置換性

地形	土番 壤号	層位	置換容量 me.	i-charge me.	o-charge me.	置換性		
						石 me.	灰 苦 me.	土 加 mg
開析をうけない 段丘	21	1	29.8	3.0	26.8	1.0	0.1	7.5
	22	1	40.4	5.8	34.6	10.0	0.5	10.0
		3 4	18.6 26.4	9.7 10.6	8.9 15.8	6.0 9.9	0.7 4.1	18.7 —
開析低地の 段丘上	23	1	27.7	6.0	21.7	9.0	0.5	7.5
		2	15.4	4.0	11.4	9.2	0.5	10.5
	24	1	17.0	6.5	10.5	16.5	0.5	8.7
2		17.0	7.1	9.9	10.5	0.8	2.5	
3		17.0	9.6	7.4	10.5	0.9	2.5	
沖積地の 段丘下	25	1	28.0	9.3	18.7	16.2	0.8	23.8
		2	32.2	9.6	22.6	16.2	0.8	13.7
		3	32.2	9.1	23.1	14.7	0.9	6.8
地の	26	1	37.0	7.6	29.4	15.0	0.5	10.8
		2	26.0	8.9	17.5	12.7	0.1	4.3

位が低く、水の運動方向は垂直であり、このような地点の水田も漏水性が著しく、(i)の場合と略類似した性格をもっている。

iii) Ⅲの面まで開析された場合：Dの地点は灰黄色粘土層が表層から近い所に存在している。この場合粘土層の上に新たに堆積した母材が透水性があり比較的薄い場合(約50cm位)には水は粘土層の位置まで垂直に移行し、粘土層の上を伏流水(横水)となって水平に移動する。一方新たに堆積している土壌母材が比較的厚く堆積し、しかも透水性があまりよくない場合には地下水が停滞している。この場合中間型、地下水位型、灰色低地土となることが多い。

iv) の面まで開析された場合：Eの地点では下層が礫層であるため多くの場合透水性は良好で漏水田となり、作土層の下に鉄盤層が形成される場合もある。しかしながら往々にして伏流水が湧出し、この場合には地下水位型、低湿地土となる。

以上の例から明らかな通り、この地域の段丘上の土壌は開析をうけない場合には一定の堆積様式を示しているが、これがこれが開析をうけた場合には土壌断面形態及び土壌の理化学的性質の差によって示される土壌型は、開析の程度すなわち地形と密接な関係をもち、一定の法則性が認められる。したがってこのような段丘土壌に対しては松井¹⁸⁾が下半島の土壌型の分類で報告したように、土壌型の相互関係を検討する一つの手段として“*Soil catena*”の概念²⁶⁾を適用することが出来よう。

5. 論 議

東北地方に分布する平野及び盆地は背稜山脈を中心として、太平洋側には北から田名部、上北平野、北上盆地、仙台平野、中通盆地と連続し、日本海側には北から津軽平野、大館、鷹巣、横手、村山、会津盆地と縦に連続しており、これら平野を含めた盆地群は縦谷盆地群とよばれている。

これらの東北地方の盆地群は大塚²²⁾、半沢²³⁾によれば、鮮新世末期から更新世初期にかけていわゆる瑞穂・フォッサマグナ褶曲運動による断層、撓曲作用の結果生じたものであり、しかもこれらの盆地内に内陸湖または内海が形成され、それが洪積世のある時期まで続いていたといわれている。洪積世の水期から後水期にかけて周辺の山岳地から運ばれた礫及び粘土が盆地(または平野)底に堆積し、盆地床堆積物を形成する。その後海面水位の低下または陸地面の隆起によって盆地床の露出がはじまり、その低所から河川または海水による侵蝕が行われ、ここに段丘地形が形成されるものである。したがって段丘の下層には盆地床堆積物²⁷⁾である礫層及び粘土層が堆積しており、これらはまた段丘堆積物とよばれているが、東北地方の大部分の段丘堆積物は地質時代的には武蔵野面(M面)に対比されている。²⁾更に沖積世初期以後に新期火山活動が行われ、¹⁹⁾火山灰が広範囲に分布し、比較的河川の開析作用の影響の少ない段丘上には火山灰が厚く堆積し、一方沖積地帯は河川の影響により

他の母材と混入するにいたる。以上が段丘形成の地史的経緯であり、東北地方の段丘土壌は略同一地質時代に形成されたものであるとみることが出来よう。

更に田名部,¹⁸⁾ 上北地方⁴⁾の段丘土壌及びその他二三の盆地平野周辺の段丘土壌についての筆者らの調査によれば、これら段丘土壌はこの報告の北上盆地周辺の段丘土壌の場合と同様に、表層が火山灰によって被覆され、その下層は順次火山砂礫（浮石等）層、粘土層、礫層が堆積している。これらの各層の厚さには多少の差異があり、またいずれかの層を欠くこともあるが、上述の堆積様式はほぼ同一である。更に段丘土壌の理化学的性質及びそれによって規定される作物の生育も地域によって多少の差はあるが、本質的にはかなり共通した特性をもつものであることを知り得た。

前記の東北地方の盆地及び平野の周辺にはいずれも段丘が発達しており、これら段丘はいずれも前述の通り地史的にはほぼ同一経緯をもつて形成されたものであることが推定される。したがって大部分の段丘土壌でも北上盆地、上北、田名部地方の段丘土壌とほぼ同一の堆積様式及び理化学的性質をもつことが推定され、北上段丘土壌についての筆者らの知見がかなり適用しうるものと推察される。

次に上述のようにして生成された段丘土壌の諸性質と水稻生育との関係についてのべてみたい。

段丘土壌は段丘下に分布する河川沖積地土壌に比べて水稻の収量が低く、しかも年次間の収量の変動がはげしい。このことは主として段丘土壌の性質によるものであろうと推測したが、この点を中心として論議をすすめる。

1) 水温と漏水性 この地域の段丘土壌はほぼ一定した堆積様式を示し、表層から黒色火山灰土層、黄褐色火山灰土層、浮石層（北部はこれを欠く）、灰黄色粘土層及び礫層の順に堆積している。これを水田とした場合には土壌が極めて多孔質であるために漏水のはげしい水田となつてゐる。したがって山地寄りの沢水灌漑地帯や、低温時の場合には冷水かけ流しを余儀なくされる。しかも平年時は移植より分蘖期にかけて梅雨のため比較的低温に経過するので、かけ流し灌漑と相まつて水温の上昇が少い。そのため水稻の植傷み多く、分蘖開始まで1～2週間を要し初期生育は遅延している。漏水は代掻、移植時には著しく多く、1日当り減水深は20cm前後であるが除草回数をかさねるにつれ、又高温になるにしたがつて還元による粘土粒子の分散がおこり漏水量は次第に減少していくものであるが⁹⁾、一般にはなおかつ減水深

が10cm以上のものが多い。

2) 土壌中の養分の消長 段丘上を被覆している火山灰土は i-charge が極めて少く、また吸着強度も弱いため施肥した窒素及び加里の溶脱は漏水性とあいまつて著しいものがある。減水深が15cm/日で、i-charge が約4 meである厨川火山灰水田の場合、硫酸施肥後1週間で、施与した $\text{NH}_4\text{-N}$ の半量が残存し、また20日後ではほとんど残存していない。⁹⁾ このことは一部脱窒現象及び有機化も考えられるが、³⁰⁾ 大部分溶脱によると思われる。このような傾向は煙山地区の土壌でも報告されている。¹⁷⁾ 更に火山灰土壌は鉄、アルミナ多く磷酸吸収力が強いので、基肥として施した磷酸の大部分は土壌に固定され、1%クエン酸可溶有効態磷酸は著しく少い。

水稻の初期生育を促進するためには土壌中の窒素及び磷酸濃度が高いことが絶対的な条件であるが、段丘土壌ではこの条件が十分に充されないために水稻の初期生育は遅延し、また分蘖の発生が抑制され、この傾向は冷水灌漑によって更に助長されている。⁸⁾

水田土壌では地水温の上昇とともに土壌有機物が分解し、窒素が無機化してくるが、段丘上の火山灰土壌中の有機物は鉄、アルミナと結合した C/N 比の高い、ゲル状の腐植であるので、土壌の通水性（通気性）とあいまつて有機物の分解は沖積地土壌に比べてかなりおくれる。⁸⁾ 段丘上の火山灰水田では窒素の無機化は平年次では7月中、下旬から始まり、かなり後期まで継続していることは水稻の窒素吸収量から推定される⁶⁾。しかも無機化された窒素は土壌自身の i-charge が少く吸着力が弱いために、一時土壌中に貯えられ徐々に放出されることなく急激に水稻に利用されると推定される。また先に固定された磷酸もほぼこの時期に急激に有効化している。⁹⁾

3) 土壌の性質と水稻収量の不安定性 上述したとおり段丘土壌の水稻の生育相は移植から分蘖最盛期（7月上旬）までは、窒素の溶脱、磷酸の固定及び低水温のために一般に粒数の多い低次分蘖は枯死し、続いて出る分蘖も少く、しかも生育が遅延する。その後7月中旬頃からの高温によつて土壌から窒素が無機化して急に増加し最高分蘖期にいたるが、この時期も沖積水田に比べてかなりおくれる。しかも体内組成は可溶性窒素の多い形で経緯しているためイモチ等の発病を誘発してくるのである。

最高分蘖期以後出穂期までの伸長期に昭和30年のように高温の場合には土壌中からの窒素、磷酸を吸収し高次分蘖をも枯死させることなく、有効茎を増加させ従つて

増収となつている。一方昭和28年のように低温の場合には土壌中からの窒素、燐酸の有効化は少く、また低温とはいえ、異常に分蘗を増加させる水温（22～23℃）⁶⁾であるため、かえつて遅発分蘗を形成するだけで伸長が停滞し、短稈多蘗となり結局無効分蘗を増加させる結果となる。またこのような状態での追肥はイモチ病を発生する危険がみられるのである。

出穂期以後の登熟期は葉で同化された糖分が穂に移行する時期であり、この時期以後の水稻の窒素、燐酸の吸収は一般におとろえてくるが、低温時に糖分が穂に移行せず体内に残留し、登熟不良と出来おくれを助長している。しかし高温時には収穫期まで葉の同化能力を高度に維持し、無機化される窒素を順調に利用し、漏水性は土壌を酸化的に経緯させるため養・水分の吸収がよく、燐酸多用の条件下では穂への窒素、燐酸、糖分の移行を促して稔実を良好にする結果となつているのである。⁷⁾

以上のことから高温、低温によつて土壌の変化と、それに対する水稻の反応が著しく異なることが明らかで、これが段丘上の水稻生産を不安定にさせている大きな原因となつているのである。また燐酸の施与量の少いために茎数が少く、低収となつてくるのであるがこれについては次の通りである。

4) 段丘上の火山灰水田に対する燐酸の効果 火山灰水田の燐酸の効果についてはすでに明らかにしたところであり、⁷⁾更にこの結果は他の二三の現地試験でも確認されている。^{13) 17)} すなわち厨川火山灰水田では燐酸施用量をかねて栽培した場合 P_2O_5 6 貫区は収量で最高を示し、それ以上の区では収量はやや減少するが、稔実の良化に著しい効果がみられた。火山灰水田では燐酸の増肥は初期生育とくに分蘗数を増加し、出穂期を早め、玄米一升重、籾/藁比を増加し稔実を良好にしている。

この地域の段丘上の水稻施肥法は沖積地帯の施肥法及び施肥量をそのままり入れている場合が多く、施肥の重点は窒素におかれ、本田に対する燐酸施用量は反当成分量 1～1.5貫程度である。したがつて初期生育に対する燐酸濃度の絶対量が不足し、分蘗少く生育は遅延しこのことが低収にさせている大きな原因である。このような場合大部分の農家では窒素の追肥だけによつて生育を回復しようとして、かえつてますます生育を遅延させイモチ病倒伏の発生をもたらすことが多い。本田及び苗代⁷⁾での燐酸施肥量を増加することによつて初期生育が促進され、また体内の窒素代謝が円滑になる。そのため燐酸施肥を中心として、先に不安定要因としてあげた無機化する窒素に対して、安全性を保ちつつ、窒素を調節す

る方法にまで発展しようであり、このような地帯の生育遅延型冷害はほとんど防止出来るものと思われる。

以上の論議は主として開析をうけない段丘土壌の性質と水稻生育との関係についてなされたものであるが、一方段丘土壌は段丘上の小河川によつて開析されている所もあることは先にのべた通りである。これらの開析低地の水田土壌は、第三紀層母材からの粘土鉱物が混入して漏水が比較的少く、燐酸吸収力も減少し更に i-charge が増加している。そのため水稻の初期生育は比較的良好となり、収量もやや多収でしかも比較的安定化している。すなわち水稻生育の面からみても段丘上の開析低地水田は、開析をうけない段丘水田と段丘下の河川沖積地水田の中間性格をもつているとみる事が出来よう。

要 約

北上盆地の西縁に分布する段丘土壌の生成とその性質について研究し、この段丘地帯の水稻の低収性と、収量の不安定性の原因を明らかにした。得られた結果は次の通りである。

1) この地域の段丘土壌は表層は火山灰土によつて厚く被覆され、その下層は浮石層、灰黄色粘土層、礫層の順に堆積しているが、花巻市から北方では浮石層を欠いている。

2) 火山灰土層は Tamm 試薬可溶鉄、アルミナが多く、珪酸が少く、燐酸吸収力が強い。また i-charge が少く、塩基保持力が弱く、置換性塩基含量も少い。表層は腐植に頗る富み、C/N 比が大である。更に土壌の分散性が少く、pH によつて分散性が著しく変化し、また土壌は著しく多孔質である。浮石層は鉄、アルミナ、珪酸ともに著しく多いが、他は火山灰土層に類似している。灰黄色粘土層は珪酸、鉄、アルミナとも少く、燐酸吸収力は弱く、i-charge が多く、置換性塩基含量が多い、また pH 6 以上で著しく分散し、現地では不透水層となつている。

3) 段丘土壌が開析をうけた場合の土壌断面及び理化学的性質の変化には一定の法則性がみとめられ、開析のすすむにつれて地下水位が高くなり土壌断面形態に及ぼす地下水の影響の程度が大になり、また火山灰の混入程度が少くなる。

4) 段丘上の火山灰水田土壌は漏水がはげしく、施肥した窒素及び加里が溶脱し、また燐酸吸収力が大であるため水稻の初期生育が抑制、遅延し分蘗が少くなり、これが低収の原因となつている。また漏水がはげしいために冷水かけ流しを余儀なくされ、これが初期生育を一層遅

延させている。

5) 夏期高温時に多量の窒素が無機化してくるが、これが初期生育のおくれている水稲に及ぼす影響はその後の気象状況によつて著しく異なっており、低温時にはますます生育をおくらせ、登熟不良になり著しく低収になるが、高温時には有効分蘖を増加し増収となる。これが段丘土壤の水稲収量の不安定性の原因となつている。

6) 東北地方の平野、盆地の周辺に分布している段丘土壤はほぼ類似した性質をもっているものと推定される。

引用文献

- 1) 江川友治. 1957. 粘土鉱物の分散性に関する研究. 日本土壤の粘土鉱物に関する研究
- 2) 半沢正四郎. 1954. 日本地方地質誌. 東北地方 朝倉書店
- 3) 本谷, 石川. 1956. 火山灰水田土壤の理化学的性質に関する研究. 東北農試研究報告 8号
- 4) 本谷, 石川. 1957. 青森県上北地方の土壤について. 東北農試研究報告 13号
- 5) 本谷耕一. 1956. 漏水防止資材に関する研究. 日土肥学会講演要旨集 2号
- 6) 本谷耕一. 1957. 漏水防止の水稲の生育並びに収量に及ぼす影響について. 同上 3号
- 7) 本谷, 鎌田. 1957. 火山灰田水における水稲三要素用量試験. 同上 3号
- 8) 本谷, 速水. 1957. 冷水灌漑における水稲の生理作用. 同上 3号
- 9) 本谷耕一. 火山灰水田土壤における養分の溶脱及び有効化について (未発表)
- 10) 堀江正治. 1957. 気候変化と湖水の汀線. 科学 27 (9)
- 11) 岩手県. 1954. 岩手県地質図. 同説明書
- 12) 岩手農試. 1954. 6. 施肥改善事業土壤調査報告書 (飯豊地区), (矢巾地区)
- 13) 岩手農試胆江分場. 1957. 土地改良地区試験成績書 昭和31年度夏作
- 14) 鴨下寛. 1933. 青森県津軽平野の土壤型について 農試彙報. 3 (3)
- 15) 菅野一郎. 1957. 無機質水田土壤の基本的断面形態. 日土肥 27 (10)
- 16) 菅野, 有村. 1957. 日本火山灰土に関する研究 第12報 日土肥 28 (4)
- 17) 煙山村農業協同組合. 1957. 土壤調査事業第1年度成績書
- 18) 松井健. 1957. 青森県田名部の土壤調査報告 第2報 資源研彙報 43-44
- 19) 湊正雄. 1954. 後水期の世界 築地書館
- 20) 野本, 他. 1955. 東北地方の畑地土壤の諸性質について 東北農試研究報告 5号
- 21) 農林省改良局統計調査部. 1951. 水系別 市町村水稲収量等級図 第3集 北上川
- 22) 大塚弥之助. 1942. 日本の地質構造 同文書院
- 23) 佐伯秀章. 1950. 農林地質学 朝倉書店
- 24) 佐々木清一. 1957. 火山性土壤の生成論的研究 第1~3報 日土肥 28 (1. 2. 3)
- 25) 佐々木, 石塚. 1956. 十勝地方における火山性土壤の性質について. 第1, 2報 日土肥 26 (1), 27 (4)
- 26) 佐々木, 他. 1957. 北海道における CATENA の概念について. 第1, 2報 日土肥 27 (12). 28 (1)
- 27) 辻村太郎. 1947. 新考地形学 第1, 2巻 古今書院
- 28) 塩入松三郎. 1952. 土壤学研究. 朝倉書店
- 29) 内山修男. 1949. 水田土壤形態論 地球出版株式会社
- 30) 内山, 鬼鞍. 1955. 水田における透過性の意義について 第2報 日土肥 27 (2)
- 31) 山中金次郎. 1954. 土壤の生産力と土壤生成様式 地力増進に関する総合研究. 日本農学研究所編
- 32) 吉田稔. 1956. 7. 土壤の吸着能に関する研究 第2, 3報 日土肥 27 (6), 28 (5)

Résumé

Properties of terrace soils on the western area in Kitakami basin, Iwate prefecture, were studied in relation to rice plant growth. The terrace soils are composed of following layers : Black volcanic ash soil rich in humus (1st. layer) , yellowish brown volcanic ash soil (2nd. layer) , pumice (3rd. layer) , greyish yellow clay (4th. layer) and gravell (5th. layer) layers. These layers deposite within about 2 meters from surface.

Volcanic ash paddy soils on the terrace of which permeability of the irrigated water is very high, have less base holding capacity and strong phosphorous fixing power. Ammonium and potassium ions applicated are leached out in short period. Owing to these soil properties, rice plants can not utilize these nutrients sufficiently, and their growth is poor and is delayed especially on the earlier growth stage.

When the temperature in summer is comparatively high, the growth of such state can somewhat recover with suppliing of inorganized nitrogen from soil organic matter. On the contrary, when the temperature is low, plant growth is much more delayed and suffered from cold damages.

Soils formed by dessection of terrace have high ground water level and less permeability of water. As the soils are composed of volcanic ash and the other parent materials rich in clay minerals, they have weak phosphorous fixing power, large base holding power and much exchangeable base contents.

白菜新品種のあさひ、みちのくの育成経過と特性

中 川 春 一・上 村 昭 二
佐 藤 勇・逸 見 俊 五

The New Chinese Cabbage Varieties 'Asahi' and 'Michinoku'

Haruichi NAKAGAWA, Shoji KAMIMURA,
Isamu SATO and Shungo HENMI.

1. 結 言

東北の白菜の作付現況は総作付面積約 6,000 町歩に達し、出荷用または越冬用秋作蔬菜として重要な位置を占めている。その育種事業については、1946年農林省古川農事改良実験所岩沼試験地が設置されると同時に開始され、その後同試験地並びに当園芸部で継続されてきたが東北 4 号と東北 5 号の有望性が確認され、それぞれ白菜農林 1 号、同 2 号に登録され「あさひ」「みちのく」と命名され普及することになったので、ここにその育成経過並びに特性の概要を発表し、参考に資する次第である。

なおこの育成試験の実施並びに成績の取纏めに当り御懇篤なる指導と校閲を賜った当園芸部長、森博士及びこの品種の地方的適否試験実施について御協力を得た関係県その他農業試験場担当官各位に対し謝意を表したい。

2. 来歴と育種目標

1948年農林省古川農事改良実験所岩沼試験地で「あさひ」は千葉 1 号を母とし、花心を父とし、「みちのく」は白色包頭連を母とし、松島 2 号を父として人工交配を行い、その後同試験地並びに当園芸部で選抜、固定を図り 1953年それぞれ東北 4 号及び東北 5 号の系統名を付けて

関係県、その他の農業試験場に配布して地方的適否を決定してきたが、その有望性が確認されたので、1957年 4 月それぞれ白菜農林 1 号及び同 2 号に登録され、「あさひ」「みちのく」と命名された。母親に用いた千葉 1 号は農林省園芸試験場二宮種苗育成地から分譲を受けた系統で、純度は高く、葉色は淡緑で早生種であり、暖地の早出用として栽培されているが、収量は比較的少く、耐病性も余り強くない。また白色包頭連は宮城県小牛田町渡辺頭二氏から原種として分譲を受けた純度の高い品種であつて品質は良好であるが、晩生で耐病性は弱い。一方父親に用いた花心は千葉県農業試験場から分譲を受けたものから 2 ケ年間継続選抜したもので、半結球性で純度は高く、早生で品質は良く、耐病性も強い。松島 2 号は宮城県農業試験場から分譲を受けた原種で純度の高い早生種でよく結球する品種であつた。

この品種の育成は東北地方の主要品種である松島系統に優る品種を育成するのが目的で計画されたが「あさひ」は早生、耐病、「みちのく」は良質、多収、耐病などの品種が育成された。その両親品種の主要特性は第 1 表の通りである。

3. 育 成 経 過

育成経過の概要は第 2 表及び第 3 表の通りである。

第 1 表 両 親 品 種 の 主 要 特 性

品 種 名	草 勢	結球状態	葉 色	結 球 始	外 葉 数	球 葉 数	総 重	調 製 重	軟 腐 病 耐 病 性
千 葉 1 号	上	抱合	淡緑	10.12 ^{月 日}	13.8	52.8	2,948 ^g	2,018 ^g	中強
白 色 包 頭 連	上	抱被	淡緑	10.12	12.9	53.9	2,903	1,935	中弱
花 心	中上	一	淡緑	9.30	11.6	40.0	3,120	1,849	強
松 島 2 号	上	抱合	濃緑	10.11	18.3	54.6	2,998	1,671	強

第 2 表 「あさひ」の育成経過一覽

年 次	世 代	供 試			選 抜			試 験 場 所
		系統群数	系統数	個体数	系統群数	系統数	個体数	
1948	交 配	—	—	—	—	—	—	農林省古川農事改良実験所岩沼試験地
1949	F ₁	—	—	50	—	—	4	"
1950	F ₂	—	—	2,000	—	—	21	"
1951	F ₃	—	11	—	4	4	—	農林省東北農業試験場園芸部
1952	F ₄	4	20	—	1	4	—	"
1953	F ₅	1	4	—	1	2	—	"
1954	F ₆	1	2	—	1	2	—	"
1955	F ₇	1	2	—	1	2	—	"
1956	F ₈	1	2	—	1	2	—	"

第 3 表 「みちのく」の育成経過一覽

年 次	世 代	供 試			選 抜			試 験 場 所
		系統群数	系統数	個体数	系統群数	系統数	個体数	
1948	交 配	—	—	—	—	—	—	農林省古川農事改良実験所岩沼試験地
1949	F ₁	—	—	50	—	—	4	"
1950	F ₂	—	—	2,000	—	—	44	"
1951	F ₃	—	11	—	7	7	—	農林省東北農業試験場園芸部
1952	F ₄	7	27	—	4	7	—	"
1953	F ₅	4	7	—	2	3	—	"
1954	F ₆	2	3	—	2	2	—	"
1955	F ₇	2	2	—	2	2	—	"
1956	F ₈	2	2	—	2	2	—	"

これら育成 2 品種は 1952 年雑種第 4 代で実用的形質の純度高く良好な成績を示したので、1953 年更にこれら系統に対し、特性並びに生産力の検定を行うとともに試作希望県に種子を配付して試作した。この結果優秀性が認められたので、東北 4 号及び東北 5 号の系統名を付けてその後継続して特性、生産力検定試験を行い、また一方関係県、その他の農業試験場に依頼して地方的適否検定試験を行ってきたが、1956 年優秀性が確認されたものである。新品種の系統育成に当っては白菜は他家授精を主体とし、かつ自殖の影響が強く、自殖を継続することによって不稔の系統を生じ、よい形質個体を失う危険性があるので、雑種第 2 代の選抜個体と雑種第 3 代の世代は類似 2 個体制の網框採種により、雑種第 4～5 代は各選抜系統毎に蓄授粉によって系統を育成した。1954 年は前年度系統育成試験の結果からみて、実用的形質の純度は相当高度であり、更に自殖を継続することはかえつて自殖弱勢の結果を招来する憂いが認められたので、春播網

框採種によって種子を確保した。

4. 一 般 特 性

育成品種の「あさひ」及び「みちのく」の一般特性は第 4 表の通りである。「あさひ」は花心の性質が強く発現し、葉は淡緑色で柔軟であり、外葉数は少ないが球葉数は多い。品質は良好で、結球の緊度がよく、球重は 3 kg 内外である。core の重量は少い。しかし収穫が遅れると裂球し易く、貯蔵、輸送性は乏しい。なお完全に結球しないものでも利用できる特異性がある。当地方の晩播適応限界期は 8 月 20 日頃である。「みちのく」は球形は砲弾形で松島 2 号に類似しているが、葉色はやや淡く、外葉数は松島 2 号とほぼ同程度であり、品質はよく緊度も高く、球重はやや大きく 3.6 kg 内外である。播種後 60～70 日で収穫期に達する中生種で、貯蔵、輸送性がある。

第4表 新品種の主要特性

品 種 名	草 勢	葉 色	所要日数	全 重		球 重		外 葉 数	
				M±PE	比 率	M±PE	比 率	M±PE	比 率
あ さ ひ	中上	淡	65	kg 3.9±0.05	% 88.3	kg 2.7±0.03	% 82.9	23.5±0.40	% 85.8
み ち の く	甚上	中	67	4.7±0.07	106.8	3.6±0.06	108.3	27.8±0.50	101.4
(比較)松島2号	中上	濃	69	4.4±0.07	100	3.3±0.05	100	27.4±0.45	100

品 種 名	球 葉 数		球 縦 径		球 横 径		葉 長	
	M±PE	比 率	M±PE	比 率	M±PE	比 率	M±PE	比 率
あ さ ひ	66.7±0.94	% 107.2	cm 29.4±0.13	% 106.9	cm 19.9±0.16	% 113.7	cm 42.6±0.28	% 109.8
み ち の く	65.1±1.23	104.7	26.6±0.24	96.7	18.7±0.23	106.8	37.7±0.40	97.1
(比較)松島2号	62.2±1.63	100	27.5±0.25	100	17.5±0.21	100	38.8±0.41	100

品 種 名	葉 巾		心 重		緊 度	
	M ± PE	比 率	M ± PE	比 率	M ± PE	比 率
あ さ ひ	cm 31.3 ± 0.34	% 137.3	g 63.3 ± 1.46	% 60.7	3.8 ± 0.08	% 97.4
み ち の く	24.6 ± 0.36	108.0	95.3 ± 3.43	91.5	3.8 ± 0.10	97.4
(比較)松島2号	22.8 ± 0.30	100	104.2 ± 2.85	100	3.9 ± 0.06	100

備考 (1) 所要日数は播種から収穫迄とする。

(2) 緊度は甚硬は4, 硬は3, 中は2, 軟は1とした。

5. 耐 病 性

1) 軟腐病耐病性

1952～1955の3ヶ年間で当園芸部の自然環境下に発生した軟腐病の罹病率は第5表の通りである。この結果から明瞭なように、年次によつてかなりの変異はあるが、育成両品種とも比較品種に対し、いづれの年でも罹病率は少ない。殊に3ヶ年の平均成績では「あさひ」は40%、「みちのく」は約20%罹病率は少く、軟腐病に対する耐病性は両品種とも明らかに強い。

また配付先の1954～1955の2ヶ年間の軟腐病罹病率は第6表の通りであつて、年次または試験地によつて発病

の程度に変異はあるが、当園芸部の成績と大体同一の傾向を示している。育成品種は比較品種より罹病率は更に低く「あさひ」は約67%、「みちのく」は53%減少し耐病性の強いことは確実であり特に「あさひ」は耐病性が強い。

2) バイラス病耐病性

当園芸部ではバイラス病が発生しなかつたので、その耐病性を検定することはできなかつた。配付先の1954、1955の2ヶ年間の罹病率は第7表の通りである。このようにバイラス病の発病程度は軟腐病より年次、試作地による変異はあるが、育成新品種は比較品種に比べて、いづれも罹病率は少く「あさひ」は約43%「みちのく」は

第5表 新品種の軟腐病耐病性調査成績

品 種 名	1952		1953		1954		3 カ 年 平 均	
	罹 病 率	比 率	罹 病 率	比 率	罹 病 率	比 率	罹 病 率	比 率
あ さ ひ	% 6.5	% 95.6	% 0.1	% 1.9	% 24.1	% 62.0	% 10.2	% 60.0
み ち の く	2.2	32.4	3.1	57.4	37.0	95.1	13.8	81.2
(比較)松島2号	6.8	100	5.4	100	38.9	100	17.0	100

第 6 表 配付先の新品種の軟腐病耐病性調査成績

試 作 地	あ さ ひ 罹 病 率			み ち の く 罹 病 率			比 較 品 種 罹 病 率		
	1954	1955	平 均	1954	1955	平 均	1954	1955	平 均
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
青 森 農 試	—	—	—	—	—	—	—	—	—
岩 手 農 試	—	—	—	—	—	—	—	—	—
岩手南部試験地	—	3.3	3.3	—	10.0	10.0	—	20.0	20.0
宮 城 農 試	2.7	—	2.7	6.8	—	6.8	10.7	—	10.7
宮城古川分場	0	—	0	2.1	—	2.1	23.1	—	23.1
福 島 園 試	—	—	—	—	—	—	—	—	—
秋 田 農 試	3.9	18.4	11.2	0	10.2	5.1	0	2.0	1.0
山 形 農 試	0	8.3	4.2	1.4	16.7	9.1	2.8	20.8	11.1
山形砂丘分場	—	0	0	—	3.8	3.8	—	2.4	2.4
富山砺波分場	—	—	—	—	—	—	—	—	—
栃 木 農 試	5.0	—	5.0	0	—	0	—	—	—
平 均	2.3	7.5	3.8	2.1	10.2	5.3	9.5	11.3	11.3
比 率	24.3	66.3	33.4	22.2	90.3	46.9	100	100	100

第 7 表 配付先の新品種のバイラス病耐病性調査成績

試 作 地	あ さ ひ 罹 病 率			み ち の く 罹 病 率			比 較 品 種 罹 病 率		
	1954	1955	平 均	1954	1955	平 均	1954	1955	平 均
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
青 森 農 試	—	—	—	—	—	—	—	—	—
岩 手 農 試	0	0	0	0	0	0	0	6.3	3.0
岩手南部試験地	32.5	31.7	32.1	20.0	31.7	25.8	45.0	38.3	41.7
宮 城 農 試	7.4	—	7.4	26.0	—	26.0	19.4	—	19.4
宮城古川分場	4.2	—	4.2	0	—	0	8.4	—	8.4
福 島 園 試	—	—	—	—	—	—	—	—	—
秋 田 農 試	9.5	6.8	8.2	13.6	7.9	10.7	16.5	13.1	14.8
山 形 農 試	0	4.2	2.1	0	16.7	8.4	1.4	12.5	7.0
山形砂丘分場	0	—	0	0	—	0	0	—	0
富山砺波分場	7.5	—	7.5	13.6	—	13.6	5.3	—	5.3
栃 木 農 試	0	—	0	2.5	—	2.5	—	—	—
平 均	6.8	10.7	7.1	8.4	14.1	10.0	12.0	17.5	12.5
比 率	56.7	61.1	56.7	70.1	80.6	77.5	100	100	100

約24%減少している。特に「あさひ」は軟腐病と同じように、バイラス病に対しても耐病性が強い。

以上のように当園芸部並びに配付先の自然環境下で発生した軟腐病、バイラス病の耐病性は比較品種に対していづれも強いことが認められるが、特に「あさひ」は両病害に対して著しい耐病性のあることは明確である。

6. 生 産 力

当園芸部の標準栽培によつて1953～1956の4ヶ年に亘つて行つた生産力検定試験の結果は第8表の通りである。この結果は年次によつてかなりの変異を示しているが、東北地方の品種を代表する松島2号に比較して「あ

第 8 表 新品種の収量調査成績(反当)

品 種 名	1953			1954			1955		
	重 量	対松比	対愛比	重 量	対松比	対愛比	重 量	対松比	対愛比
あ さ ひ	7,258.6 ^{kg}	93.4 [%]	159.5 [%]	2,769.3 ^{kg}	146.6 [%]	129.4 [%]	2,106.5 ^{kg}	66.5 [%]	119.4 [%]
み ち の く	9,430.1	121.4	207.5	2,297.5	121.7	107.4	3,349.1	105.7	189.9
(比較)松島2号	7,768.8	100	170.9	1,888.4	100	88.3	3,167.8	100	179.6
(比較)愛知白菜	4,544.9	58.5	100	2,139.7	113.3	100	1,764.0	55.7	100

品 種 名	1956			4 年 平 均		
	重 量	対松比	対愛比	重 量	対松比	対愛比
あ さ ひ	4,037.6 ^{kg}	95.4 [%]	154.4 [%]	4,043.0 ^{kg}	94.8 [%]	146.1 [%]
み ち の く	4,231.5	100	161.8	4,827.1	113.1	174.5
(比較)松島2号	4,232.0	100	161.8	4,266.3	100	154.2
(比較)愛知白菜	2,615.0	61.8	100	2,765.9	64.8	100

備考 対松比は松島2号, 対愛比は愛知に対する比率である。

さひ」の収量はほぼ匹敵しているが、この品種の特性或いは利用目的面で、類似している早生種の愛知白菜に比較すると、46%の増加を示し、明らかに優れていることがわかる。「みちのく」は松島2号に比較していづれの年でも優れ、その平均で13%の増収を示している。この増加程度は余り大きくはないが、生産力検定の年次結果から見て安定性の高いことが窺われる。このように当部の成績ではいづれの新品種も比較品種に対しては、はるかに多収性である。

なお配付先での試作は1953～1955年に亘る3ケ年間、

県の標準耕種法によつて栽培された結果であつて、その反当収量は第9表の通りである。各試作地の県の奨励品種と比較して「あさひ」は岩手、宮城古川、福島、山形などの試作結果では、やや劣っているが、試作各地の平均では11%の増収を示している。また「みちのく」は各試作地とも収量を増加し、その増加率は5.5%～117%であつて相当大きな変異を示しているが、その平均増加率は約40%であつて、比較品種に対して極めて多収性である。

第 9 表 配付先の新品種の収量調査成績(反当)

試 作 地	あ さ ひ	比較品種 比 率	み ち の く	比較品種 比 率	比較品種	比較品種名	試 作 年 度
青 森 農 試	4,263.0 ^{kg}	121.0 [%]	4,580.3 ^{kg}	130.0 [%]	3,523.1 ^{kg}	松島新2号	1953. 1954
岩 手 農 試	3,740.6	82.9	5,329.1	118.1	4,512.4	松島新2号	1953. 1954
岩手南部試験地	2,980.5	115.1	4,073.3	157.3	2,589.4	松島純2号	1954. 1955
宮城古川分場	4,639.5	99.4	5,713.1	122.4	4,667.6	松島2号	1953. 1954. 1955
福 島 園 試	4,357.9	80.8	5,922.4	109.8	5,393.6	松島純2号	1953. 1954. 1955
秋 田 農 試	2,835.0	114.5	3,352.5	135.4	2,475.0	松島新2号	1954
山 形 農 試	3,872.3	97.6	8,601.4	216.8	3,967.5	山形白菜B号	1953. 1954. 1955
山形砂丘分場	5,491.5	136.8	4,235.3	105.5	4,014.4	松島新2号	1953. 1954. 1955
富山砺波分場	1,720.5	120.7	1,856.3	130.3	1,425.0	新 生	1954
長 野 農 試	6,600.0	142.5	7,875.0	170.0	4,631.3	松島新2号	1954
平 均	4,050.1	111.1	5,154.0	139.6	3,719.9		

備考 本成績は試作年数の平均成績である。

7. 適 地

当園芸部で施行してきた特性並びに生産力検定試験及び関係県その他県農業試験場での地方的適否検定試験の結果から総合して育成新品種の適応地帯を考察すると、「あさひ」は東北各県、その他冷涼地帯の栽培に適するが、輸送力に乏しいので、都市近郊地帯の出荷用または自家用の栽培に適する。なお早生で晩播適応性があるので、関東以西の愛知白菜群の栽培地帯並びに静岡県御殿場の岳麓地帯の早出栽培用として有望性が認められているので、これら地帯の栽培にも相当普及するものと考えられる。「みちのく」は中生種で品質がよく、貯蔵、輸送性があり、その特性は松島系統に類似している点が多いので、主として現在、松島系統の栽培されている関東以北の地域に適応するものと考えられる。またこの品種は或る程度地力の高い地帯で、その特性をよく発揮する。

8. 考 察

従来東北地方の白菜栽培では芝罘系統の松島2号が多く栽培されてきた。この品種は東北地方に適応した良好なものであるが、葉色は濃緑で、外葉数が多いなどの欠点があるので、これらの点を改良するとともに、この品種の輸送、貯蔵性などの特性を維持しながら更に品質、耐病性、多収性などを付与した優良な品種の育成を目的として、この交配が企画された。育成された両新品種は白菜の病害中最も被害の大きい軟腐病、バイラス病の耐病性は松島2号より強く、一応育種の目的は達せられたようであるが、今後の白菜栽培では、耐病性の問題は他の特性に比較して最も注目される点であり、しかもその発生は逐年増加の傾向にあるので、白菜育種ではより耐病性品種の育成が急務であり、重要な問題である。「あさひ」は葉色、外葉数、品質、耐病性などでは松島2号より優れ、収量はほぼ同程度であるが、輸送、貯蔵力はやや劣る。しかし愛知白菜に比較すると著しく多収性である。「みちのく」は松島2号と形態的にはよく類似した点はあるが、葉色、品質、耐病性、収量などは向上している。両育成新品種の適応地帯は前述の通り「あさひ」は東北各県、その他冷涼地帯の栽培に適しているがその早生晩播適応性の利用による軟腐病、バイラス病の

被害回避、畑地の高度利用、または静岡県御殿場地方の富士岳麓地帯の早出し栽培に対する適応性などの結果から相当広範囲の地域に普及するものと思われる。「みちのく」は松島2号が現在栽培されている地帯に適応するが、特に関東以北の比較的冷涼地帯で、しかも或る程度地力の高い地帯で、その性能をよく発揮するものと考えられる。しかしながら最近の白菜栽培では病害虫の被害が多く、栽培者の最も関心を寄せている点であり、今後はおおよそ耐病性品種育成が問題となるが、白菜は基本的な品種が少く、かつこれら品種間における耐病性の差異が少く、また外国より耐病性品種の育種素材を求めるとしても、中共の品種に限定されるので、特に高度の耐病性品種を確保することは困難である。したがって今後の耐病性品種の育成は、種間交配または戻交配などの方法により、または早生種の育成によつて、これらの病害を回避することなどが課題であり、また検討すべき点でもあろう。

9. 摘 要

東北の松島2号より、品質、耐病、収量の高い品種育成を企図し、1948年農林省古川農事改良実験所岩沼試験地で、「千葉1号」並びに「白色包頭連」を母とし、「花心」と「松島2号」を父として2組合せの人工交配を行い、その後同試験地及び農林省東北農業試験場園芸部で選抜、淘汰を加えてきたが、1957年2品種を育成し、白菜農林1号、同2号に登録され「あさひ」「みちのく」と命名された。その特性の概要は次の通りである。

1) 「あさひ」は花心の性質が強く発現し、葉は淡緑色で柔軟であり、品質は良好で軟腐病、バイラス病に対して強く、結球の緊度はいく、収量は松島2号にほぼ匹敵し、愛知白菜よりかなり多収性であり、貯蔵、輸送性も高い。しかし収穫期が遅れると裂球し易い。

2) 「みちのく」は球形は砲弾形で松島2号に類似しているが、葉色はやや淡く、品質は良好で緊度は高く、軟腐病、バイラス病に対して強く、多収性で貯蔵、輸送性のある中生種である。

3) 適地は「あさひ」は東北並びに冷涼地帯が主で岳麓地帯の早出しその他晩播栽培に適し「みちのく」は現在松島2号の栽培されている関東以北の地帯に適応するものようである。

Résumé

"Asahi" and "Michinoku" varieties were raised from a cross „Chiba No.1" x "Kashin" and "Hakushoku-Hotoren" x "Matsushima No.2" respectively, to obtain strains with higher quality, yield and more resistance to soft rot than Matsushima No.2, the usual variety in the Tohoku district.

Both these varieties were listed as chinese cabbage Norin No.1 and No.2 and were named "Asahi" and "Michinoku", respectively in 1957. Their outstanding characteristics are as follows.

1) The Asahi variety most nearly resembles the Kashin variety. The leaf color is yellowish green. The quality is excellent, and it has a moderate resistance to soft rot and virus diseases. It has as high yield as Matsushima No.2, and a higher yield than that of Aichi. It has a tendency to crack when it becomes over-mature, is still superior to Aichi for storage and shipping.

2) The Michinoku variety most nearly resembles the Matsushima No.2 variety known as a Chifu type. The leaf color is light green. The quality is good. The head is hard, and the interior is compact. This is a mid-season variety, has superior storage and shipping qualities, and a moderate resistance to soft rot and virus diseases.

3) The Asahi variety is adapted chiefly to the Tohoku district and the other cooler-climatic regions. In the south, it can be grown to a limited extent as a desirable variety for late sowing, and as an early season shipping variety in mountain foot tracts. The Michinoku variety can be grown in the Kanto district and to the north where Matsushima No.2 is grown at present.

白菜新品種「あさひ」
New Chinese Cabbage "Asahi"

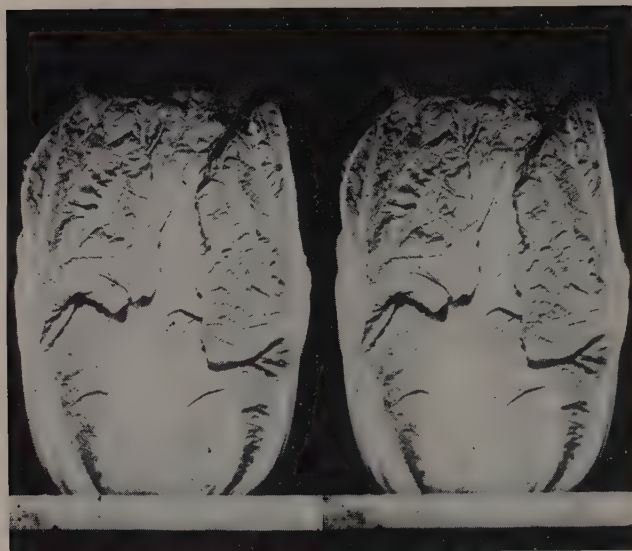


第1図 結球部側面の状態

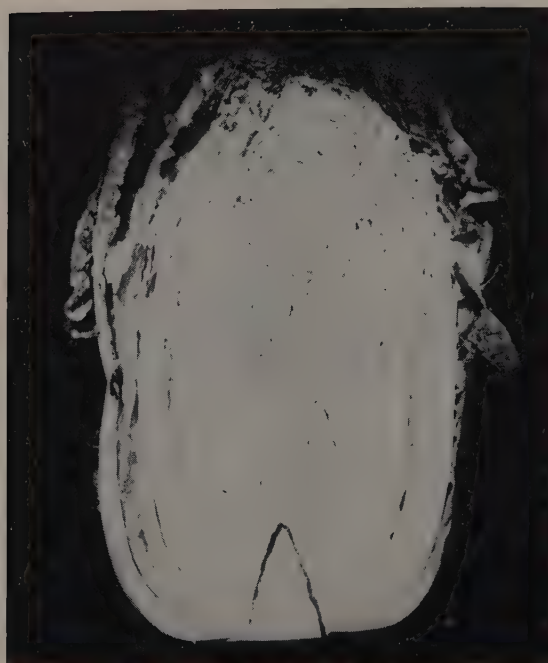


第2図 結球部断面の状態

白菜新品種「みちのく」
New Chinese Cabbage "Michinoku"



第1図 結球部側面の状態



第2図 結球部断面の状態

りんごの葉分析に関する研究

第3報 葉中成分と果実の着色との関係

巢山 太郎・森 英 男

Studies on leaf analysis of apple trees

3 The relation of leaf N, P, K, to fruit color of apples

Taro SUYAMA, and Hideo MORI

1. 緒 言

葉分析は果樹の栄養診断の一つの有力な手段として注目され、りんご樹についても多くの研究^{2) 4) 7) 9) 10) 11)}がなされているが、一般栽培園について葉分析を行った場合に葉中成分含量と果実の品質、収量あるいは施肥量との間に明らかな関係が認められていない。

従来りんご樹の葉分析は葉中成分の安定した時期として7～8月の新梢中央葉についてだけなされて来た。しかし、7～8月の安定したとされる時期の葉中成分はその年に樹が到達した栄養状態を示すものであろうが、それに到る迄の栄養状態を示しているものとは考えられない。更に実用的には葉成分が樹体・果実等に最も大きな相関を持つ時期を知る事が必要であると考えられる。この報告はこれらの点について、青森県下の23園を選び、特に果実の着色と葉成分の関係を知る目的で行った調査の結果であるが、これに関連して栄養診断法としての葉分析の応用について2, 3の考察をしたものである。

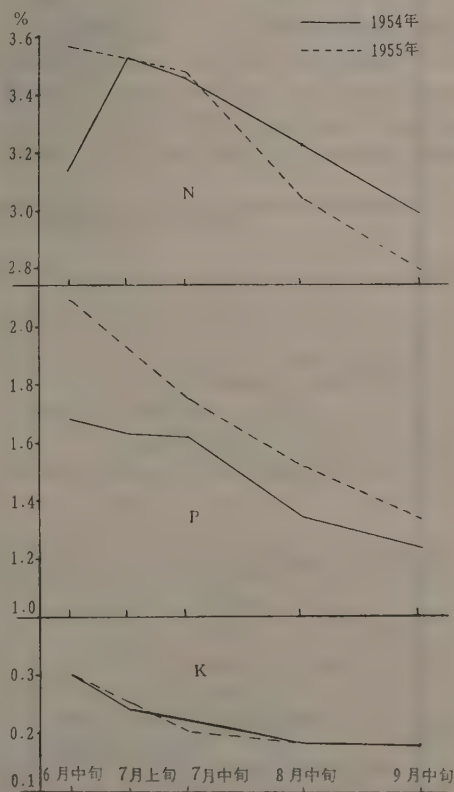
2. 材 料 と 方 法

1954, 1955の2カ年間青森県下の着色の良好な園と不良な園合計23を選んで、それらのおのおのの園での葉中のN, P, K含量の季節的変動と果実の着色との関係を調査した。供試園は一般に栽培管理の比較的良好な国光園で、平年の収量は1～2の園を除き普通あるいはそれ以上であつたが、うち4園は着色を改善するために窒素肥料を4カ年間施用していないものがあつた。

各園5本の樹を選定し1樹より10葉宛計50葉を採葉して1園1回の試料とした。試料は1954年には6.7月は月2回、8.9.10月は月1回宛、1955年には6月から9月まで月1回宛、新梢中央葉を採葉し、表面に附着している

薬剤及び塵埃を1～2%醋酸液で湿した綿で拭い取り、室温で数日風乾後60°Cで乾燥し粉末として貯蔵した。

第1図 葉中成分の季節的変動
(23ヶ園平均)



分析は窒素はセミマイクロケルダール法、リン酸はモリブデンバナド法、加里はフリュームフォトメーターにより行つた。

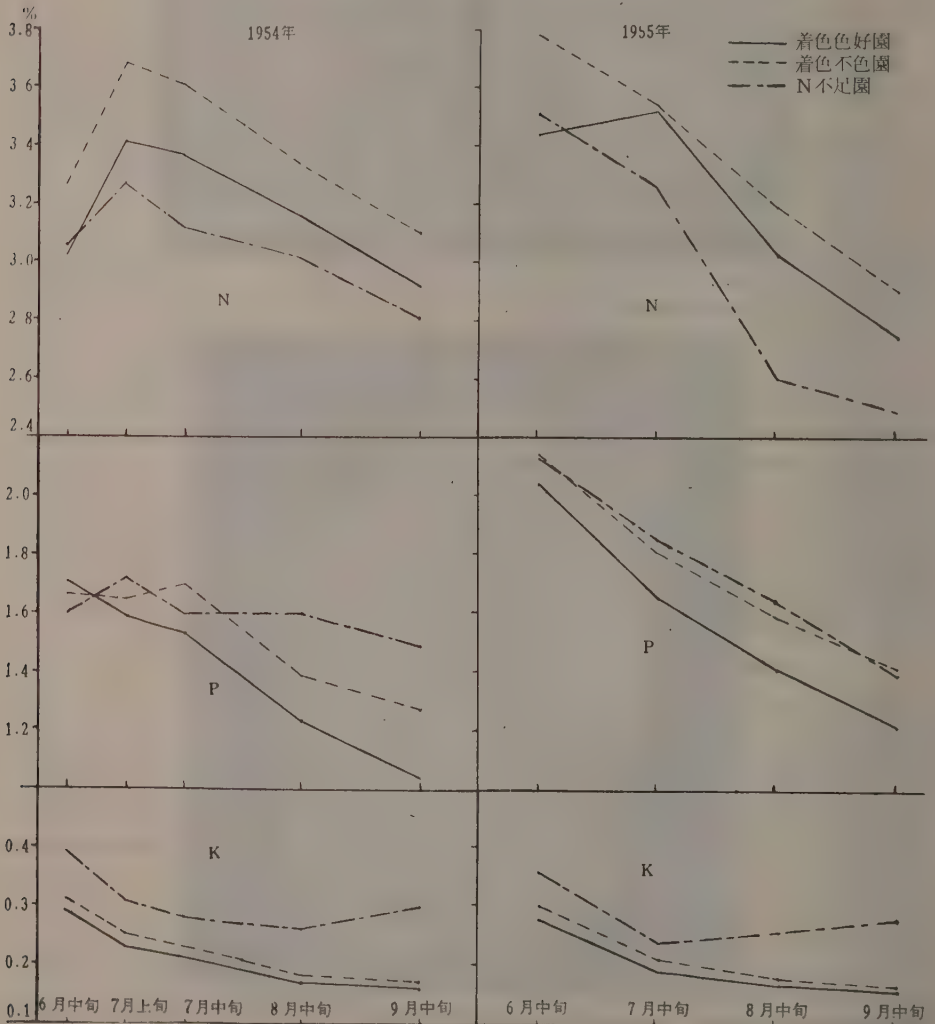
3. 結 果

1) 葉中N, P, K含量の季節的変動

6～9月の葉中成分含量の変動は平均値で第1図に示した。Nは1954年には6月中旬に低く7月上旬に最も高くなり以後減少しており、1955年には6月中旬に最も高

くて以後減少している。2カ年を比べると1954年は1955年に比して6月中旬に低く8、9月は高くなつており、特に6月中旬の相異が顕著である。この原因としては気候的相異による生育のずれが考えられるが明らかでない。Pは2カ年を通じて殆んど同一で6月中旬に高く以後急に減じ7月以後には変化が少い。Kは全般的に1954年が1955年より低く、特に6月中旬に両年の差が大きかつたが、傾向は同じで6月中旬に高くその後徐々に減少している。

第2圖 着色良・不良園の葉中成分の季節的変動



なお、収量は1954年は台風による落果のため、1955年は春の異常気象のために少なかつた。

2) 果実の着色と葉中N, P, K含量

調査園中果実の着色良好な10園及び着色不良な11園について平均値を第2図に示した。平均値によつて比べると着色良好な園は着色不良な園よりも各時期共に常に葉中のN, P, K含量低く、何時でも葉中成分含量の低い園が着色良好であるようにみられる。

しかし、これを時期別に各園の葉中成分含量の分布でみると必ずしもそうではない。即ち第3図はりんごの着色にもつとも関係があるとみられるNについての個々の園の分布図であるが、これによれば2カ年を通じて6月中旬には1954年はN含量3.1%を境として、1955年は3.6%を境として、着色不良園ではこれより値が高く良好園では値が低くなっている。即ちこの時期は葉中N含量の年による変異が最も大きかつた時期にもかかわらず、その値が大体全調査園の平均値を中心として着色良好な園と着色不良な園との2つに別れている。しかしながら、7~9月には着色良好な園でNの高い場合もあり着色不良園でNの低い場合も相当みられ、この時期の葉中N含量をもつて単純に着色の良否を考えるのが困難なことを示している。P, Kについては同様な分布を調査したがその分布は着色の良否と葉中PあるいはK含量との関係を示さなかつた。

3) N不足園の葉中N, P, K含量

調査園中1954年までの4年間窒素肥料を施用していない4園では、A・B2園は2カ年ともに樹はN不足を示し花芽形成、結実ともに不良で果実の着色も悪く、C・D2園は収量は普通で果実の着色良好であつたが1954年には果色が鮮紅色で秋の紅葉が早くややN不足と思われる状態を示していた。

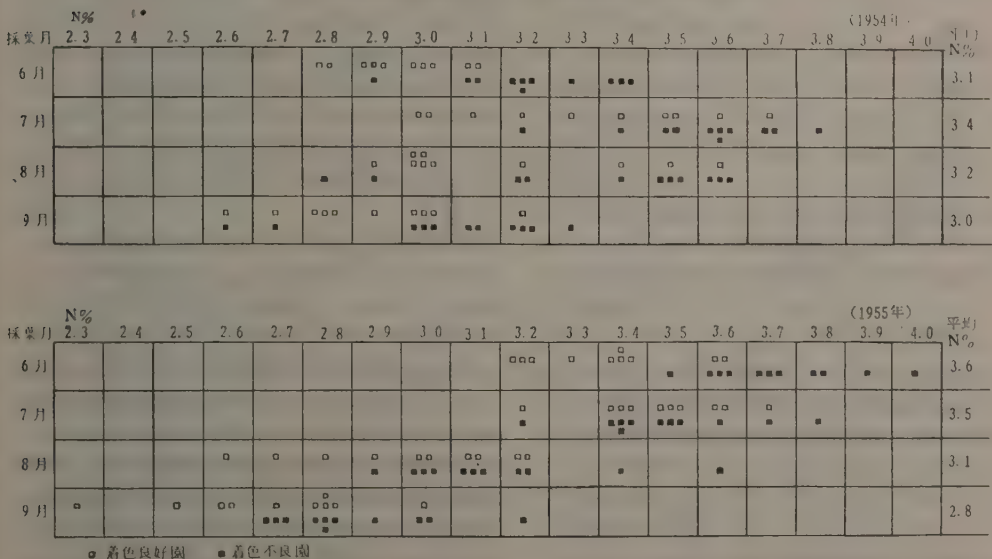
これらの園の結果は第4図に示した。1954年にはB園の葉中N含量は各時期ともに明らかに低いが、A園のそれは高く全調査園の平均値に近い。C・D2園の葉中N含量はA・B2園の中間にあつた。

これら2園で最も特徴的な事は葉中P含量がともに全調査園の平均値より高い事であり7月以後の減少が少いことが目立っていた。しかもA・B園はC・D園より更に高い値を示し、A・B園とC・D園の葉成分の相異はPにだけ見られ、特にB園では8月以後増加が著しかつた。

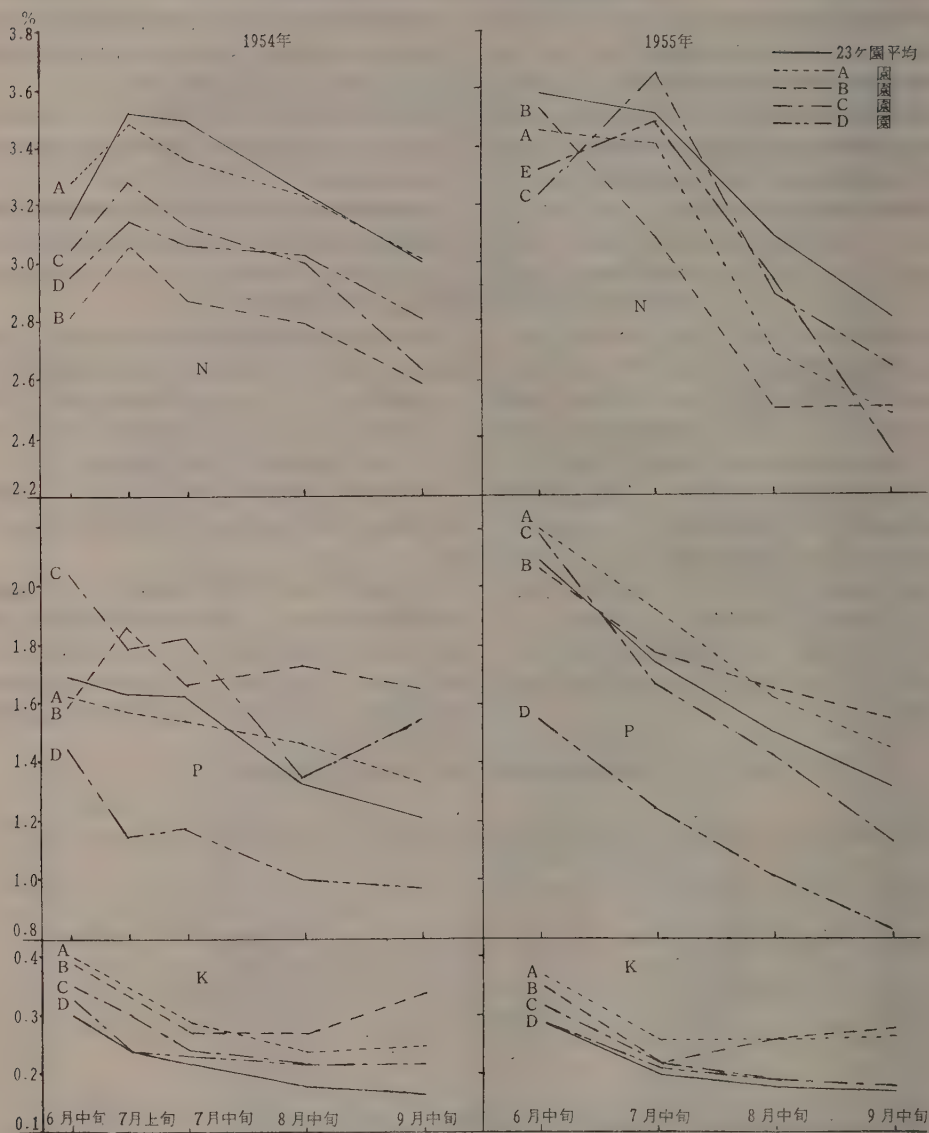
葉中K含量はC園で高く、D園が最も低く、A・B園は中間にあつたが、A・B園では时期的変動が少なかつた。

1955年春にB・C・D3園は窒素施肥を行いA園は窒素無施肥のままとしたが、同年の葉分析の結果はA・B園の葉中N含量は似た値を示し、8月のN含量は急激に低くなり明らかにN不足を示し、また葉中P含量は前年同様高くなり、特にA園では8.9月の葉中P含量が前

第3図 21ヶ園の葉中N含量分布（着色良好園10, 着色不良園11）



第4図 N不足園の葉中成分の季節的変動



年以上に大であつた。C・D園では葉中N含量は7月以外では全調査園の平均より低かつたが8月以後の減少は著しくなく、葉中P含量は全調査園の平均値に近くなつていた。

4. 考 察

本調査では葉中N含量と着色との関係は6月中旬だけ

に明らかに認められた。即ち従来のように7～8月ではなく、6月のNの葉分析によつてその園の着色良否を診断する事が可能となるのではないかと考えられるが、丁度この時期は果実結実後、摘果前の時期に当り、貯蔵養分による生長が新たに吸収された養分による生長に代る時期に当るのではないかと考えられる。森・坂本⁷⁾も7～9月の葉分析調査の結果から早い時期の葉中N含量が

果実の着色と関係があることを認めている。しかしながらこの時期は一方で前記のように不安定な要素を持った時期であるという事に問題があろう。

またこの場合着色良否の境目となるNの値が年によって異っている(1954年3.1%, 1955年3.6%) 事実はこの値の不安定な事を示すもので、この点にも問題があるようである。しかしながらこの兩年の試験結果から判断すると、この値はその年の標準的な多数園の平均値がその値として採用出来る可能性があるようにも考えられる。

1954年に共にN不足と思われたA・B 2園で、A園はその年の葉中N含量によつてN不足を知ることが出来ず翌年まで窒素無施肥を続けることにより始めて葉中N含量は減少して不足を示したが、B園では1954年にすでに葉中N含量が低く不足なことが知られた。従つて既にN不足の続いている樹では8月の葉中N含量の低いことによりその不足を知ることが出来るが、N不足になりつつある樹では樹がN不足の様子を示した後に葉中N含量の低下がみられると思われる。

1954年のN不足あるいはN不足かと疑われた4園が共通して他園と異つていた点は葉中P含量が常に高いことで、特にN不足のA・B園ではC・D園よりも更に高く特に8〜9月に増大するのが見られ、この傾向は1955年にも見られた。Eaves等⁵⁾はCortland appleでNとPの間に拮抗作用が存在するらしいと報じ、Boynton等³⁾はMcIntosh appleで葉中P含量がNの施用量と逆の関係をもちことを報じ、Batjer等¹⁾はYork Imperial appleについてPの施用量が多い時は葉中P含量はNの施用量に影響されてN施用量が少いとき葉中P含量が高くなるが、Pの施用量が少い時は葉中P含量はNの施用量に影響されないことを報じている。またLilleland等⁶⁾はElberta Peachで生育の悪い樹の葉中P含量はしばしば高く、生育の良い樹の多くは葉中P含量が低いことを報じている。

本調査の結果から見ると、N不足は葉中N含量の減少より葉中P含量が高くなることの方が先行する傾向が見られる。従つてN不足はN含量の減少よりもPの上昇によつてより早く知ることが出来るのではないかと考えられた。しかしこれはある少数園での結果であるから更に検討を要することは勿論である。

以上の結果から果実着色の良否は6月中旬のNの葉分析の値(その絶対値は別問題としても)から判断出来ると結論づけられるが、この事実はこれらの調査園では当てはまつても、あらゆる場合にそうであるかについては疑問がある。即ち葉中Nの季節的消長はその養分の与え

方で異なつて来る(生育期間中N供給を制限すれば葉中Nの値は下り供給を多くすれば上昇する)(山崎・森¹¹⁾)事が明らかにされているし、またNの夏期間の過剰供給が着色不良の原因になることが明らかにされている(山崎・森¹¹⁾) 事実から、土質・施肥量・施肥法を異にした場合、あるいは気候その他の条件の異なる場合等々では必ずしも6月中旬のNのレベルだけでの判断は困難な場合も予想出来るのであつて、このようなところにも実用的栄養診断法として葉分析を用いる場合の適用限界等についての問題があるようにも考えられる。これらの事からある時期の基本となる葉分析の値を全般的な標準の値として、これによつて判断することは不可能であり、葉分析による診断は全面的に再検討しなければならないものと考えられる。

5. 摘 要

- 1) 青森県下23のりんご園の国光について、1954, 1955の2カ年にわたり6月から9月まで葉分析を行い、葉中成分含量と果実の着色との関係を調査した。
- 2) 葉中のN, P, K含量は季節の進むに従つて減少して行くが、Pは始め急激に減少し7月以後の減少は少くなる。
- 3) 果実の着色と葉中N含量の関係は6月中旬だけ強くみられ、全調査園の平均値を境として葉中Nの低い園は着色良好であつた。しかしこの時期はN含量の不安定な時であることに問題があろう。果実の着色とP・K含量との間には関係が認められなかつた。
- 4) N不足園では葉中N含量よりもP含量に異状がみられ、P含量が常に高く、特に8〜9月のそれが異常に高いことが認められた。N不足はN含量の減少よりもP含量の上昇によつてより早く知ることが出来るのではないかと考えられた。
- 5) 葉中Nの季節的消長は養分の与え方気候条件その他で異なつてくるので、ある時期の基本となる葉分析の値を全般的な標準の値とし、これによつて栄養診断することは困難ではないかと考えられる。

引 用 文 献

1. Batjer, L.P., W.C. Baynes, and L. O. Regeimbal 1940. The interaction of nitrogen, potassium, and phosphorus on growth of young apple trees in sand culture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37 : 43-46.
2. Boynton, D., and J.C. Cain 1942. A survey

- of the relationships between leaf nitrogen, fruit color, and per cent of full crop in some New York McIntosh apple orchards, 1941. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40 : 19-22.
3. Boynton, D., and O. C. Compton 1944. The influence of differential fertilization with ammonium sulfate on the chemical composition of McIntosh apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45 : 9-17.
 4. Boynton, D., J. C. Cain, and O. C. Compton 1944. Soil and seasonal influence on the chemical composition of McIntosh apple leaves in New York. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 44 : 15-24.
 5. Eaves, C. A., and A. Kelsall, 1954. Chemical composition of Cortland apple leaves in relation to nutritional treatment. Jour. Hort. Sci. 29 : 59-71.
 6. Lilleland, O., and J. G. Brown 1942. The phosphate nutrition of fruit trees, IV. The phosphate content of peach leaves from 130 orchards in California and some factors which may influence it. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 41 : 1-10.
 7. 森英男・坂本一裕. 1953. りんごの葉分析に関する研究(第1報) 青森県下の優良りんご園の葉成分について. 園芸学会雑誌. 22 : 129~137.
 8. Rogers, B. L., and L. P. Batjer 1953. Seasonal trend of several nutrient elements in Delicious apple leaves expressed on a per cent and unit area basis. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61 : 1-5.
 9. 渡川潤一・成田浩・相馬盛雄・長井晃四郎・外川鉄男・泉谷文足・宇野登喜. 1954. りんごの葉分析に関する研究(第1報) りんご園の葉分析調査 その1. 青森県りんご試験場資料第4号.
 10. 杉山直儀・宮川健一・八代仁夫・大沢孝也. 1951. 長野県下のりんごの葉分析に関する研究. 園芸学会雑誌. 20 : 191-198.
 11. 山崎利彦・森英男. 1957. りんごのN栄養に関する研究. 昭和32年園芸学会秋季大会で発表.

Résumé

A field survey was made on the N, P, & K contents of the apple leaves periodically, and the fruit color at harvest time was discussed. The leaf samples were taken of Rall's Janet only and for the twenty-five apple orchards in the Aomori Prefecture in 1954 and 1955.

On these results, the ways adapting the leaf analysis to practical indices for the diagnosis of apple tree status were discussed.

1. In general, N, P, & K contents of leaves decreased with season proceeds and as for P, that decreased rapidly until July and then slowly.

2. Only in mid-June, N content of the leaf properly correlated with the fruit color at harvest time. That is, high N content in this period leads to the poor fruit color and vice versa. Since N content of the leaf is on an abrupt turn in this period and it will be affected by the climatic, some annual variations of this value will not be avoided. Correlations could not be found between fruit color and P or K contents of leaves.

3. In some N deficient orchards, P content differed markedly from the leaves in normal orchards as compared with the case of N content. P content of the leaf in the N deficient orchards was always higher, especially in August and September, than in normal orchards.

It seems that the abnormal increase of P content of leaf is more sensitive as an indicator at the N deficient condition than the decrease of N content of leaf itself.

4. Since seasonal changes of N in apple leaves are affected by several factors, e. g. nutrition supply and weather conditions, it seems to be difficult to subject a single value obtained from only one stage throughout the growing season for standard value or index of nitrogen status in every apple tree.

りんごのN栄養に関する研究

第2報 時期別N供給制限がりんご樹の生育、
果実の形質並びに無機養分の吸収に
及ぼす影響

森 英 男・山 崎 利 彦

Studies on the Nitrogen Nutrition of
Apple Trees in Water Culture.

2. The effects of restricted nitrogen supplies at various
stage of growth on tree growth, fruit quality, and
nutrients absorption of bearing apple trees.

Hideo, MORI and Toshihiko, YAMAZAKI.

1. 緒 言

筆者等は前報³⁾で、水耕培養したりんご未結果樹を用いて、时期的にNの供給を断つた場合の影響について報告したが、この報告は結実期に入つた樹を用いて同様の実験を行い、主としてこれらN処理の果実に及ぼす影響をみようとしたものである。

本実験を行うに当り当部生理研究室の阿部勇、栗山太郎岡枝官並びに唐牛由良子、竹内せつ両嬢の手を煩わす

ところが多かつた。記して謝意を表する。

2. 材料及び方法

前報の未結果樹の窒素欠除試験に引続き³⁾、1954年、4～6年生の祝、紅玉、国光の3品種を用いて結果樹について同様の試験を行つた。処理の概要は第1図に示すように、5月から収穫期まで果実の発育期間を8週間づつ3期に分け（初期窒素制限、中期窒素制限、後期制限処理）、該当するそれぞれの時期に窒素の供給を制限し

第1表 培養液の組成

Table 1. Composition of the culture solution.

salts used	complete solution	interrupted solution	concentration		
	mg per liter	mg per liter		complete p.p.m	N interrupted p.p.m
Ca(NO ₃) ₂ ·4 H ₂ O	590	84	N	100	10
K NO ₃	216	—	R	5	5
K ₂ SO ₄	—	201	K	96	103
K ₂ HPO ₄	27	27	Ca	100	104
CaCl ₂	—	250	Mg	30	30
MgSO ₄ ·7 H ₂ O	308	308			
FeC ₆ H ₅ C ₇ ·5 H ₂ O	trace		Fe	1.0	
ZnSO ₄ ·7 H ₂ O	"		Zn	} 0.1~0.2	
MnSO ₄ ·5 H ₂ O	"		Mn		
H ₃ BO ₃	"		B		

たが、この場合前報の結果で、窒素の供給を完全に停止すると、K, P, Ca, Mg等の吸収が阻害されることが明らかにされたので、本試験では標準液の $\frac{1}{10}$ に相当する

第1図 各処理のN供給の状態
標準……N; 100ppm
全期制限……N; 40ppm
時期的制限……N; 10ppm

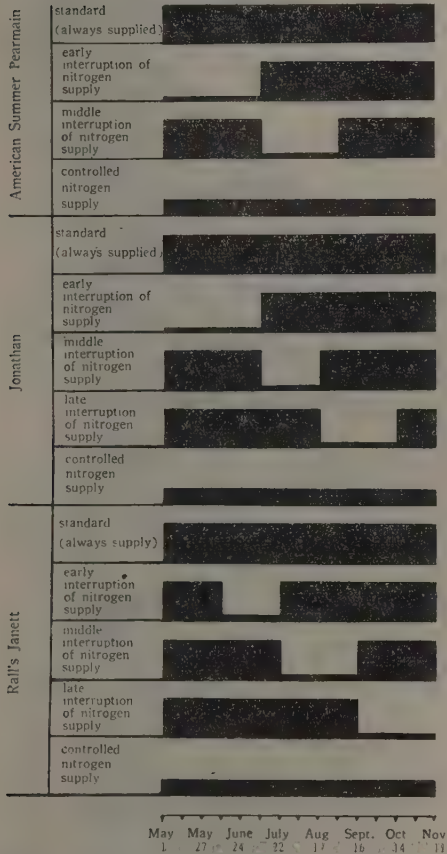


Fig. 1. Nitrogen supplies in each treatment.
Supply interrupted in early, middle and late period and controlled over a growing season.
high level………N; 100ppm,
controlled level ……N; 40ppm,
interrupted level……N; 10ppm.

10 p.p.m.の窒素を供給した。全期窒素制限処理に対しては40 p.p.m.の窒素を施し、比較的大きい樹を使用した。

第1表に示した濃度の培養液を用いて栽培し、溶液の更新は2週間毎に行つた。全期窒素制限処理も表には示さなかったが、これらの液と同様に窒素以外の他の成分の濃度はほぼ同一にした。

第2図 1954年における気温並びに培養液温

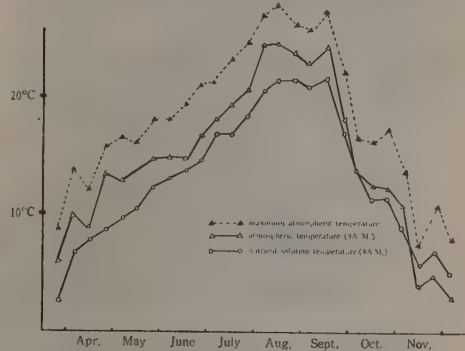


Fig. 2. Temperature of atmosphere and water in 1954.

更新の都度総重量、総新梢長、葉数、幹周、果実の肥大等を測定し、ほぼ1ヵ月毎に葉中のN, P, K, Ca, Mgを分析した。他の一般的な水耕培養法、培養液及び分析方法は著者等の方法^{1, 2)}によつた。なお、使用した井戸水はCl; 35p.p.m Ca; 16p.p.m Mg; 8.5p.p.mを含有していた。

3. 結 果

1) 処理による無機養分の吸収過程の変化

標準液で培養した結実樹のNの吸収過程は、さきに著者等が報告したように²⁾、6月中下旬から吸収はほぼ一定となり、そのまま収穫期まで一定の吸収levelを維持するのが普通である。本試験の供試樹もこの様な吸収過程を示したが、ただ国光の標準樹のみは吸収のピークがみられた。これは結実量が少かつたためと考えられる。

N制限を受けた樹はいずれも2週間の吸収が1g前後におさえられ、ほぼ試験設計において期待した吸収過程を示した(第3～5図)。但し、国光の全期N制限樹は第5図でみられるように他の品種より樹体がやや小さであつたために、40 p.p.m.の供給では多すぎ実質的にはN制限とならず、むしろ標準樹と類似した反応を示して目的に沿つた処理とはならなかつた。したがつてこれについて

第3図 各処理のN吸収並びに生育の
季節的变化

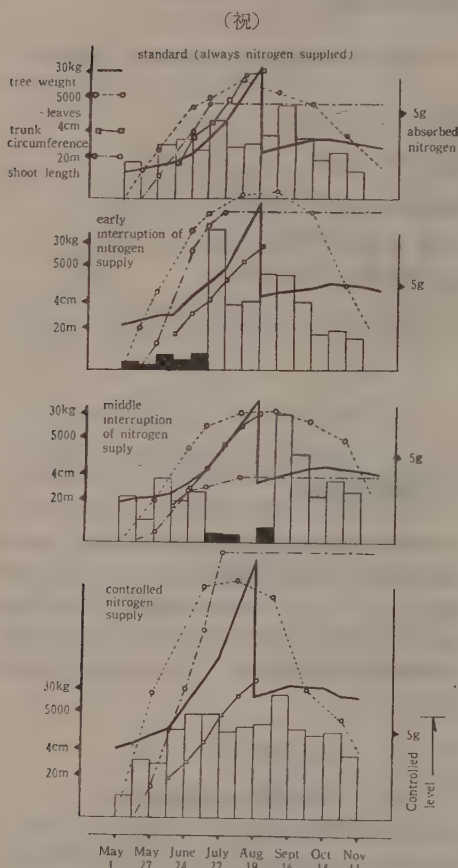


Fig. 3. Seasonal changes of tree growth and nitrogen absorption in each treatment of American Summer Pearmain.

第4図 各処理のN吸収並びに生育の
季節的变化

(紅玉)

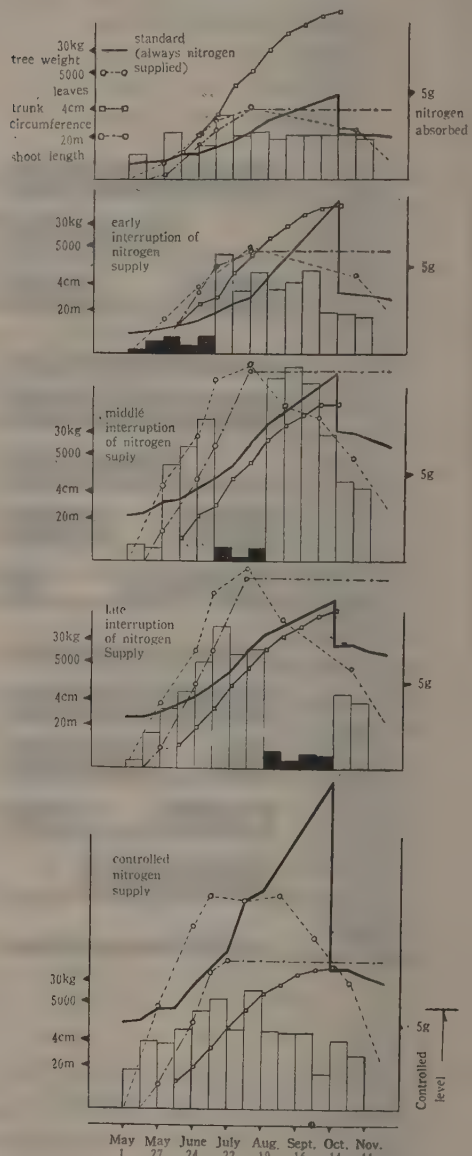


Fig. 4. Seasonal changes of tree growth and nitrogen absorption in each treatment of Jonathan.

第5図 各処理のN吸収並びに生育の
季節的变化
(国光)

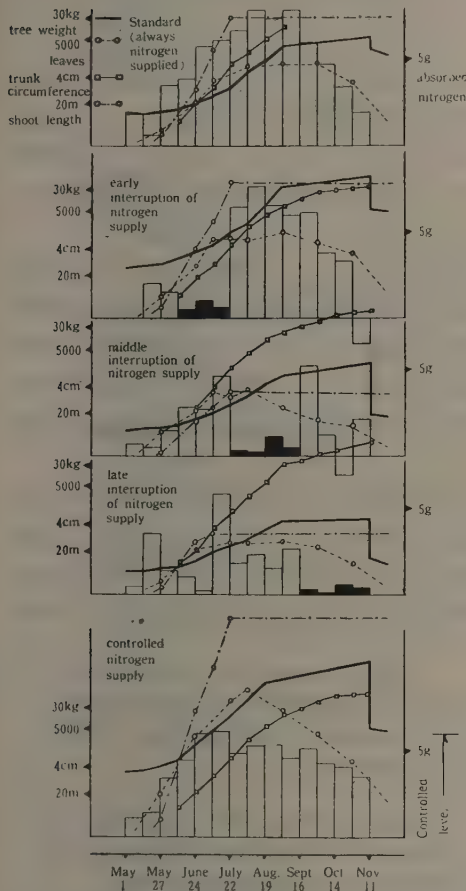


Fig. 5. Seasonal changes of tree growth and nitrogen absorption in each treatment of Rall's Janet.

第6図 各処理のK, P, Ca及びMgの
季節的吸収
(祝)

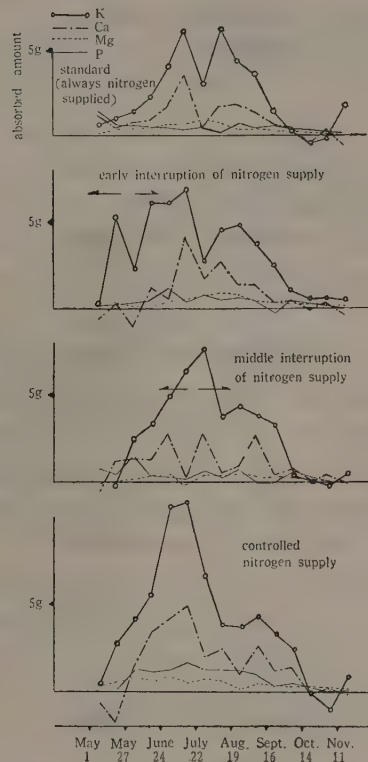


Fig. 6. Seasonal absorption of potassium, phosphorus, calcium and magnesium in each treatment of American Summer Pearmain.

の論議は行わないことにした。

国光の初期制限は5月27日から始めたため、5月1日から5月27日までの吸収が少々多かった(第5図)。全期N制限は2週間の吸収が約5~6gにおさえられ、6月上旬から生育末期まで吸収は殆んど一定であつた。吸収のlevelに高低があるのは、培養液濃度が時により一定でなかつたためである。

N制限樹に再び多量のNを供給すると多くの場合その直後2週間の吸収は過剰吸収を行うことが認められた。

K, P, Ca, Mg等の吸収過程は前報³⁾の窒素完全欠除と異なり大きな変化はなかつた。これは窒素の制限時にも常に窒素を10 p.p.m 供給したためと考えられ、この

第7図 各処理のK, P, Ca 及び Mg の
季節的吸収
(紅玉)

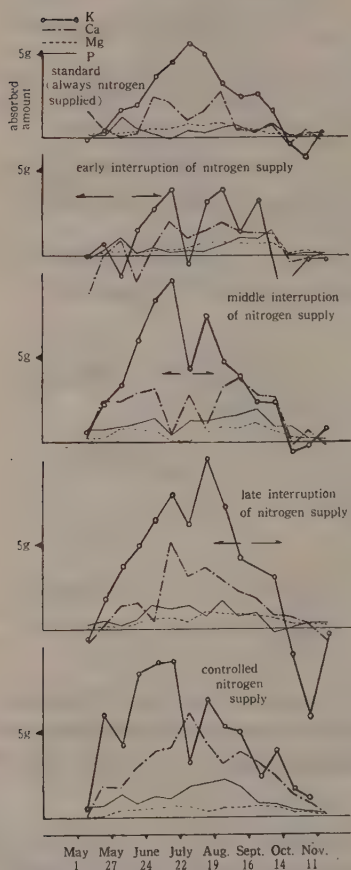


Fig. 7. Seasonal absorption of potassium, phosphorus, calcium and magnesium in each treatment of Jonathan.

第8図 各処理のK, P, Ca 及び Mg の
季節的吸収
(国光)

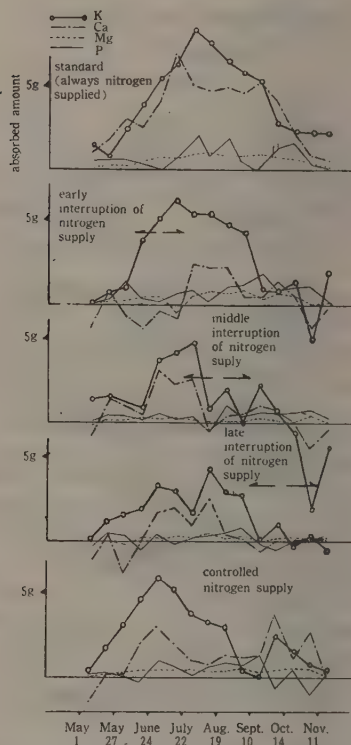


Fig. 8. Seasonal absorption of potassium, phosphorus, calcium and magnesium in each treatment of Rall's Janett.

ことは第6, 7, 8図に示した。しかし後述するように、吸収比率、吸収量には若干の差が認められた。

2) 処理による吸収量及び吸収比率の変化

第2表には、年間吸収量及び吸収比率を示したが、樹齢に1~2年の差があり、樹重、結果重が不揃いであったために吸収量は斉一でなく吸収比率にも変動があった。

P, K, Mg の吸収比率には処理による差は認められなかったが、Ca の吸収比率はいずれの品種でも初期N制限が最も少かった。

葉数当りの吸収量をみると(第3表)、各期のNの吸収量はN制限樹が極端に少く、年間吸収量では標準樹の

第 2 表 無機養分の年間吸収量並びに吸収比率に及ぼす各処理の影響

Table 2. Effect of interruption, and control of nitrogen supplies on annual absorption amount and ratio of three apple varieties.

treatment of nitrogen interruption	absorption amount (grams)					absorption ratios				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
American Summer Pearmain										
standard (always supplied)	41.43	5.18	32.25	12.84	7.20	100	12.5	77.8	31.0	17.4
early	41.05	5.70	46.95	10.75	6.00	100	13.9	114.4	26.2	14.5
middle	36.51	3.52	36.90	14.10	6.89	100	9.7	101.1	38.6	18.9
controlled	67.43	6.43	57.75	19.17	11.21	100	9.6	85.7	28.4	16.6
Jonathan										
standard (always supplied)	32.23	5.25	23.38	13.63	6.24	100	16.3	72.5	42.3	19.3
early	36.50	5.85	16.75	7.60	6.74	100	16.0	45.9	20.8	18.5
middle	71.80	6.68	53.07	27.56	13.46	100	9.3	73.9	38.4	18.7
late	50.83	6.68	51.58	23.07	9.98	100	13.1	101.5	45.4	19.6
controlled	61.30	7.15	66.70	40.05	19.05	100	11.7	108.8	65.3	31.1
Rall's Janett										
standard (always supplied)	71.03	8.55	61.20	51.38	13.61	100	12.0	86.2	65.3	19.2
early	48.33	5.25	35.95	4.79	10.05	100	10.9	74.4	9.9	20.8
middle	30.80	2.03	18.43	9.06	5.58	100	6.6	59.8	29.4	18.1
late	22.00	2.18	16.13	4.92	2.01	100	9.9	73.4	22.4	9.1

第 9 図 処理による葉内N含量の季節的変動

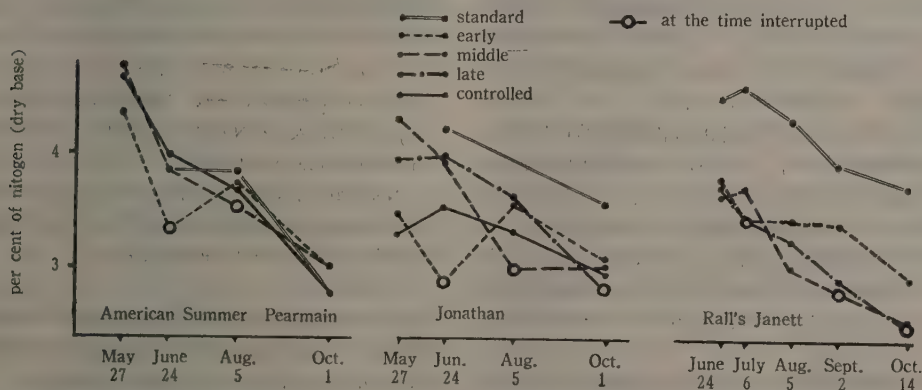


Fig. 9. Seasonal variation of leaf nitrogen in each treatment of three apple varieties in the growing season.

第3表 各処理時期の単位葉数当りの無機

Table 3. Effect of interruption or control of nitrogen leaves in each period of three apple varieties.

treatment of nitrogen interruption	N				P			
	early period	middle period	late period	total	early period	middle period	late period	total
standard (always supplied)	4.94	5.68	—	14.74	3.60	7.33	—	14.73
early	0.99	5.12	—	10.06	5.65	4.35	—	11.50
middle	4.73	0.65	—	11.84	3.64	7.15	—	11.97
controlled	3.52	4.21	—	12.36	4.38	4.86	—	10.59
standard (always supplied)	6.14	5.35	8.48	19.47	0.77	8.73	8.22	14.12
early	1.27	5.79	7.90	15.06	1.36	2.48	4.93	6.91
middle	5.21	0.20	16.38	15.81	4.58	4.68	5.45	11.69
late	4.04	4.68	1.21	10.96	3.85	5.14	6.16	11.12
controlled	4.11	3.66	5.20	12.57	5.39	3.87	5.52	13.68
standard (always supplied)	12.00	15.25	13.03	38.92	13.12	14.96	8.10	33.53
early	1.13	13.13	10.36	27.00	7.63	9.50	0.31	20.08
middle	7.34	1.94	15.32	19.78	6.22	6.50	1.69	11.83
late	5.96	6.70	1.92	18.07	6.73	4.30	0.48	13.27

収吸量が最も多かつたが、その他は処理間に差が認められなかつた。K, Ca, Mgの各期の葉数当りの収吸量は、Nを制限すると明らかに少くなつたが、年間の収吸量では処理間の差はなく、僅かに初期N制限樹のCaの収吸が少くなつただけであつた。

かようにNを制限すると初期N制限樹のCaの収吸は非常に制限されるが、これはCaの収吸量が最も多い時期に収吸が妨げられるので年間収吸量が少くなつたものと考えられる。K, Mgの収吸もやや妨げられるが、これら成分の収吸減退は前報に比較すれば極めて少く、恐らく、N制限処理にともなうK, P, Ca, Mg等の収吸の変化が生育に及ぼす影響は極めて少ないものと考えて差支えないであろう。

3) N制限処理が樹体の生育に及ぼす影響

N制限により葉内N含量は低下はしたが(第9図)、図でもみられるように、7月及び8月紅玉の含量はそれ

ぞれ、2.89%、2.97%で3%に近く、祝及び国光では3%よりも高くなつてゐる。従つて生育に必要とされるNに不足する状態とは考えられず、また品種によつては不足しているとしても極く軽微と推察される。

このためか、総重量、葉数、総新梢長、幹周等の生育経過、生育量に及ぼすN制限の影響は明らかにすることが出来なかつた。(第4表)

4) N制限処理が果実に及ぼす影響

生育に及ぼす影響が明らかでなかつたのに比し果実に及ぼす処理の影響は極めて顕著であつた。

イ) 着色

紅玉、国光等の赤色品種の“anthocyanin”の形成は肉眼では大きな差は認められず、何れも赤色の発現は良好であつたが地色には明らかに処理の影響が現われ(第5表)、両品種とも標準樹(全期多用)が最も濃緑で果色は鈍いくすんだ色調を示した。これに次いで後期及び

養分の吸収に及ぼす各処理の影響

supplies on absorption amount per 1000

K				Ca				Mg			
early period	middle period	late period	total	early period	middle period	late period	total	early period	middle period	late period	total
American Summer Pearmain											
0.54	0.98	—	1.84	1.99	2.77	—	8.56	1.47	0.59	—	4.80
0.27	0.70	—	1.40	0.13	2.32	—	4.69	0.73	0.60	—	2.60
0.30	0.35	—	1.14	2.11	1.43	—	5.85	1.31	0.78	—	2.86
0.43	0.51	—	1.18	0.72	2.00	—	8.16	0.74	1.01	—	4.77
Jonathan											
0.66	1.00	2.02	3.18	3.32	4.44	4.14	11.85	2.18	0.48	2.02	5.42
0.24	0.62	1.64	2.41	—0.85	1.99	3.09	4.04	0.63	0.38	2.11	3.58
0.47	0.13	1.38	1.47	2.66	1.00	5.21	11.48	0.95	1.05	2.15	5.61
0.35	0.45	1.04	1.44	1.33	3.63	2.53	10.03	0.70	1.03	1.38	4.34
0.38	0.36	0.94	1.47	2.15	2.93	4.25	13.53	1.20	0.99	1.90	6.44
Rall's Janett											
1.43	1.80	1.80	4.68	10.14	9.80	8.68	34.25	1.03	3.32	2.66	9.07
0.19	1.37	1.06	2.93	—1.14	3.57	0.53	3.09	0.67	1.48	30.5	6.48
0.60	0.14	1.37	1.30	3.92	2.90	0.23	12.76	0.68	0.84	3.91	7.85
0.56	0.98	0.48	1.79	3.13	3.26	0.35	6.31	—0.20	1.48	0.10	2.58

中期N制限が劣っていたがこの両処理間の差は明らかでなかった。以上の処理に対して全期N制限及び初期N制限はいずれも地色が淡緑でN過剰により着色不良は認められなかった。

ii) 食味

食味に關係するものとしては肉質、酸、糖分、果汁、香気等の要因があるが、水耕果は一般に圃場果に比較して肉質粗剛、酸味少く、糖分高く、果汁極めて少く、香気に乏しいが²⁾、本試験では標準樹はこの傾向が顕著であり(第5表)、中期及び後期N制限もまたこの傾向がいちじるしかった。これに反して、初期N制限はいずれの品種でもこれらの果実と異なり、果汁多く、肉質良好で糖分も極端に高くなく圃場果とほとんど変りがなかった。

全期制限処理も初期制限と同じ傾向であった。

iii) 生理病害

著等は水耕果に“bitter pit”(苦星病)“Jonathan fleckle”(紅玉斑点病)等の生理病害が圃場に比し極めて多発することを報告し²⁾、これらの生理病害が恐らく窒素の過剰によつて生じ、水耕培養条件はその發生に有利な環境であると考察したが、本試験においても標準樹には非常に發生が多く、祝及び国光では“bitter pit”紅玉では“Jonathan spot”及び“Jonathan fleckle”の發生が多かつた。各処理の發生状態は第10図に示した。図で見られるように、祝は他の2品種よりいずれの処理でも發生は少なかつた。紅玉及び国光では処理の影響は顕著に現われ、初期制限は健全果が多く、罹病果でも重症果は少なかつた。

これに反して標準樹の“bitter pit”の發生は烈しく全収穫果が症状を呈し、そのほとんど全部が重症果であつた。中期及び後期N制限は標準に次いで發生が多かつたが、両処理間には差が認められなかった。

第4表 樹の生育及び収量に及ぼす各処理の影響

Table 4. Effect of interruption or control of nitrogen supplies

on tree growth and yield of three apple varieties.

treatment of nitrogen interruption	maximum tree weight (kg)	tree weight after harvest (kg)	total shoot length (m)	leaf number	trunk circumference (cm)	yield (kg)	yield/maximum weight (%)
American Summer Pearmain							
standard (always supplied)	15,400	7,050	22.06	2811	13.2~15.8	9,850	64.0
early	19,570	10,200	36.71	4082	16.5~18.7	10,620	54.3
middle	16,320	8,900	15.38	3083	15.0~16.7	9,220	56.6
controlled	31,180	15,700	64.33	5454	18.8~21.8	16,980	54.4
Jonathan							
standard (always supplied)	9,700	5,250	31.21	1655	9.3~12.0	4,450	45.9
early	15,530	8,670	47.91	2544	10.0~13.4	6,830	44.0
middle	21,650	15,000	88.82	4540	14.9~19.5	6,650	30.7
late	19,500	14,400	55.22	4636	13.1~17.7	5,300	27.2
controlled	38,410	22,010	69.57	4927	19.7~22.4	22,000	57.3
Rall's Janett							
standard (always supplied)	11,700	11,300	44.43	1958	13.7~18.4	1,180	10.0
early	14,600	12,800	31.64	2028	15.1~19.5	3,610	24.7
middle	9,300	4,750	12.83	1557	12.3~14.2	4,970	53.4
late	8,500	4,500	14.03	1221	11.2~13.1	3,980	46.8

第5表 果実の大きき及び品質に及ぼす各処理の影響

Table 5. Effect of interruption or control of nitrogen supplies on fruit size and quality of three apple varieties.

treatment of nitrogen interruption	average weight per fruit (grams)	average fruit diameter (mm)	average sugar content (refractometer)	per cent fruits of bitter pit	ground color	quality
American Summer Pearmain						
standard (always supplied)	210	82.2	10.3	33.3	—	poor
early	154	73.0	10.7	12.0	—	good
middle	180	77.7	9.2	16.1	—	poor
controlled	193	80.1	10.8	20.6	—	very good
Jonathan						
standard (always supplied)	314	96.3	14.2	100.0	dark green	very poor
early	227	84.3	13.5	12.0	light green (similar to field)	good
middle	265	90.0	14.1	60.0	green	poor
late	290	91.6	14.3	90.0	green	poor
controlled	224	83.8	13.0	21.7	yellowish green	good
Rall's Janett						
standard (always supplied)	160	73.6	12.1	100.0	dark green	very poor
early	186	76.5	16.4	33.3	light green (similar to field)	good
middle	266	87.5	17.1	100.0	green	poor
late	221	83.7	18.5	93.3	green	poor

第 10 図 ビター・ピット発生率に及ぼすN処理の影響

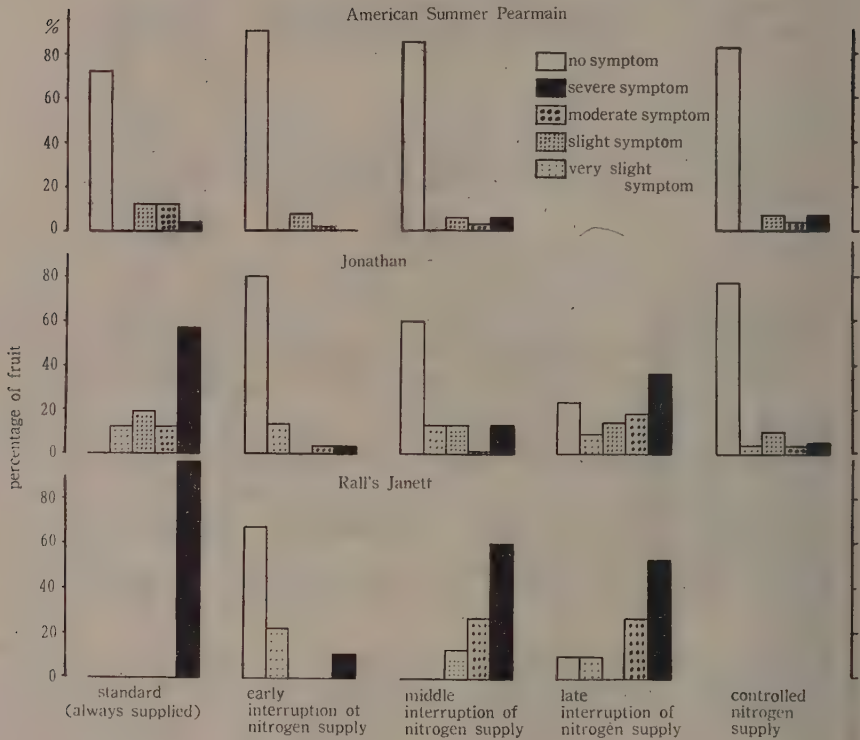


Fig. 10. Effect of nitrogen treatment on degree of bitter pit on apple fruits.

かように生理病害の多少は外観、食味等にみられたものと同様の傾向を示し、被害程度は果実の品質の優劣を示す数値的な“index”とみなすことが出来よう。

iv) 果実の大きさ

第5表の1果重平均、平均果径(横径)及び第11図の生育曲線から、果実の大きさはいづれの品種でも、初期N制限は他処理よりやや小さかった。また全期N制限も果径はやや小であつた。国光標準樹はN過剰の害が顕著に現われ、かつ結果量も少なかったので果実の発育が異状であつたためである。即ち生理病害の発生がいちじるしく、既に9月上旬に果実は発育を停止した。

4. 考 察

本試験の結果は、a) 樹齡が4~6年生で大きさが必ずしも斉一でなかつたことと、b) 供試樹数が少なかったこと等を考慮に入れて考えなければならないが、それ

にも拘らず、各品種とも初期N制限樹が他の処理に比し、特にすぐれた果実を生産したことは注目に値する。一方、総重量、新梢長、葉数、幹周等には処理間の差がなく、各成分の年間吸収量及び年間吸収比率も他の処理とはほぼ同一であつたことから、初期N制限の果実に及ぼす影響は主として果実発育の初期のN制限の直接的な効果が果実に大きな影響を与えた要因と考えられるが、他面、N制限にともなつてN:K, P, Ca, Mgの初期の吸収比率が相対的に変化したことも影響があるかも知れない。

国光での初期N制限は6月10日に開始したので(祝、紅玉より約1カ月遅い)、6月10日以前にすでにある程度のNを吸収したが、このことは国光の初期N制限の効果が他品種のそれより少なかったことと関係があるように思われる。

また本試験ではNの制限処理の“level”を10p.p.m

第11図 果実の大きさに及ぼす各処理の影響

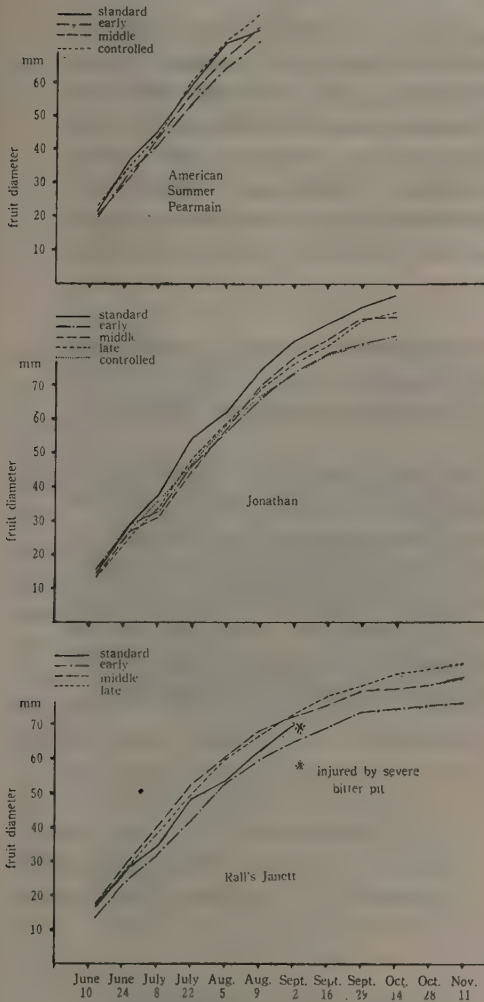


Fig. 11. Effect of each treatment on fruit size

にしたが、供試樹に大小があつたので制限されるNの量は相対的に異なつており、比較的大きい樹ではN制限の影響は烈しかつたと思われるが、比較的小さな樹でも初期制限の影響は明瞭に示された。このことから大きな樹の場合は供給するNの量が10 p.p.mより若干増しても初期N制限の効果は現われたものと考えられる。このような点から、全期N制限の効果を考察出来るであろう。

本試験の結果は葉分析の結果からも判断されるように全般的にNを過剰に供給した場合には、いずれの時期のN制限が最も効果的であるかを試験した結果であるから、本実験の処理をそのまま圃場に適用しても、すぐれた果実を生産し得るとは限らない。

以上の結果から、土壌が肥沃に過ぎてN過剰に悩む園では、生育初期にNを欠乏状態におくことによつて、果実の品質を改善することが出来ることも考えられるが、このような方法を実用化するためには更に実験を重ねる必要があろう。

5. 摘 要

水耕法により培養した4～6年生りんご樹3品種(祝, 紅玉, 国光)を用いて定期的に窒素の供給を制限する試験を実施した。すなわち全期窒素制限区、初期窒素制限区(5, 6月), 中期窒素制限区(7, 8月), 後期窒素制限区(9, 10月, 但し祝を除く), 及び標準区の5処理を設け樹体の生育, 果実の形質, 無機養分の吸収等に及ぼす窒素制限の影響をみた。

1. 樹体の生育に及ぼす各処理の影響は明らかでなく、葉内N含量はN制限により低下したが、なお3%前後でありN不足により生育が阻害されるほどではなかつた。

2. いずれの品種でも初期N制限樹の果実は着色, 食味ともに他処理より優れ, 生理病害が少く, 果実はやや小さかつた。後期及び中期N制限はN過剰の徴候が顕著であつた。

3. P, K, Ca, Mgの年間吸収量及びNに対するそれら養分の吸収比率には処理間に大きな差はみられなかつたが, N制限時のK, Ca, Mgの吸収は(葉数当り)明らかに制限されCaは特に顕著であつた。

引 用 文 献

- 1) 森英男, 山崎利彦. 1955. 水耕法によるりんご樹の養分吸収に関する研究(第1報), 未結果樹のN, P, Kの吸収過程について. 園学誌23; 205～213
- 2) ———, ———. 1957. 水耕法によるりんご樹の養分吸収に関する研究(第2報), 結果樹の生育, 結実とN, P, K, Ca及びMgの吸収過程について 東北農試報告 第11号
- 3) 山崎利彦, 森英男. 1957. りんごのN栄養に関する研究(第1報). 東北農試報告 第11号

Résumé

The effects of periodical interruption of nitrogen supply on apple trees were studied in water culture in 1954. The check plots (or "complete supply plots") recieved 100p.p.m. nitrogen throughout the growing season. In all interruption plots, the duration interrupted was for two months, and in these periods they recieved one-tenth of nitrogen in check plots. And these periods were of three sorts seasonally, viz. May-June (early), July-August (middle), and September-October (late) by plots. Another sort of plots, designated as "controlled supply plot", recieved four-tenth of nitrogen in check plot throughout the growing season. The apple varieties used were four to six years old American Summer Pearmain, Jonathan and Roll's Janett.

The results were as follows :

- 1) No significant difference was appeared on tree growth as the effect of each treatment. The nitrogen content in leaves decreased with the nitrogen interruption or with nitrogen control. But the decrease with these treatments was so little that this seems to mean no influence on tree-growth of each plot.
- 2) The early period nitrogen interruption plots were superior to the others in fruit color, quality and in occurrence of physiological disorder, i. e. in these plots the symptoms of bitter pit or Jonathan spot were less than in the other plots. And the fruit size was adequate in the early interruption plots, but in the other plots especially the complete supply plots fruits were grown too big bearing severe symptoms of physiological disorder.
- 3) Dipressed absorption of potassium, magnesium and especially calcium per unit leaf numbers was observed to go together with the interruption of nitrogen, but their annually total absorption and absorption ratio to nitrogen were not affected by the treatments.

仔付母豚の飼養標準に関する試験

栗原 武・和島 昭一郎・辻浦 亀松

Studies on the Feeding Standard for the Brood Sow.

Takeshi Kurihara, Shoichiro Wajima and
Kamematsu Tsujiura

1. 緒 言

仔付母豚に対する飼養標準については、諸外国の研究者によつて種々示されているが、それぞれの標準を比較した場合変異が大きく、実際にわが国の養豚家が利用する場合に多くの不便を感じている現状である。そこで我々は乳牛の飼養標準設定の場合と同様に維持飼料十生産飼料という考え方をとり、文献^{2) 4) 5) 11) 12) 13)}によつて豚の泌乳性を分析して仮説的泌乳曲線を設け、その乳生産飼料を算出して一応の飼養標準の試案を作り、それを農家養豚の実態調査⁹⁾に照合して検討し、実地適用にたえうと思われるものに修正し、これをさらに試験にもちこんで相当頭数について飼養試験を行つた後、飼養標準を設定して、それを地域飼料の組合せによる飼料給与標準まで発展させて実践に移すような、仮説設定→調査→(修正)→実験→(修正)→実験→実践のコースをとるという方法でこの標準を確立しようと試みた。

1952年第1報¹⁰⁾としてその経過を報告したように、当初設定された飼養標準(試案L)によつて9頭のYorkshire種母豚(仔豚61頭)について飼養試験を行い

その結果にもとづいて試案Lに修正を加え試案Hを設定し、これによつてYorkshire種19腹149頭、Berkshire種3腹24頭、計22腹183頭(内Yorkshire種15腹119頭について泌乳量、吸乳量の測定を行つた)を供用して飼養試験を行い、さらに若干の知見を得たので、その概要について報告する。

なお、この試験に御懇篤な御指導を賜つた農業技術研究所丹羽太左衛門博士並びに試験飼料の分析等について種々御便宜を賜つた現東京大学亀高正夫先生に対し謹んで感謝の意を表し、また諸種の調査に当つて日夜献身的な御協力を惜しまなかつた豚係現業員の方々の御労苦に対し満腔の謝意を表します。

2. 仔付母豚飼養標準(試案L) とその飼養試験

1) 仮説的飼養標準(試案L)

仔豚は1腹の標準を7頭とし、7頭以上の場合は1頭につき生産飼料の $\frac{1}{7}$ を加えることとして次の飼養標準(試案L)を設定した。

	7頭まで	8頭以上
可消化純蛋白質 0.96g×母豚体重(kg)	+194.4g	$\left[+ \frac{\text{仔豚数} - 7}{7} \times 194.4 \right]$
澱粉 価 8.20g×母豚体重(kg)	+972.0g	$\left[+ \frac{\text{仔豚数} - 7}{7} \times 972.0 \right]$
(維持飼料)	(生産飼料)	

(算定基礎)

a) 維持飼料は母豚体重1kg当り

可消化純蛋白(P.P) 0.96g……

ARMSBYの最少必要量の2倍

澱粉 価(S.V) 8.20g……

ARMSBYのNet energyより改算した

b) 生産飼料は仔豚7頭の場合

可消化純蛋白(P.P) 194.4g

澱粉 価(S.V) 972.0g

母豚の分娩後60日までの平均泌乳日量を2.5kgとし、(WOLL AND HENRY による)豚乳1L泌乳に要する所要栄養価については、豚乳の乾物量は次に示すと

おり牛乳の1.62倍(蛋白質は約1.6倍)であるので、ARMSBY ECKLESにより脂肪率3.5%の牛乳1L生産するために必要であるといわれているP.P50g, S.V250gを1.62倍してP.P 81g, S.V 450gとして算出した。

{ 牛乳の平均乾物量 12.52% (RICHMOND)
豚乳の平均乾物量 20.32% (千葉畜試)

母豚の飼料の給与は分娩後2日位は麴汁などを少量与えるに止め、分娩後3日目からこの標準により与えるが生産飼料については WOLL AND HENRY の60日間の平均泌乳日量2.5kgを畜産試験場での泌乳の傾向¹³⁾及びDSCHAPARIDSE (1936)⁴⁾の記述によるものなどを参考の上作成した仮説的泌乳曲線に合せて、次表に示すようにこの標準量を1.0とした場合の分娩後日数による比率により給与する。

分娩後日令	標準量を 1.0とした 給与割合	分娩後日令	標準量を 1.0とした 給与割合
3~10日	0.9	31~45日	1.0
11~20日	1.4	46~60日	0.6
21~30日	1.3		

第1表 試案Lによる仔豚の発育(9腹61頭)

日	令	仔豚数	平均体種	M	発育標準	Mの標準に 対する%	標準偏差δ	変異係数V
生時		頭	kg	kg	%	kg	%	
10日		59	1.11 ± 0.03	1.15	96.1	0.91 ± 0.02	17.12 ± 1.03	
20日		59	2.33 ± 0.06	2.25	93.2	0.48 ± 0.04	20.43 ± 1.04	
30日		60	3.87 ± 0.12	4.30	90.0	0.89 ± 0.08	23.00 ± 1.05	
40日		58	5.13 ± 0.16	6.00	85.5	1.21 ± 0.11	23.51 ± 1.05	
50日		60	7.08 ± 0.23	8.00	88.6	1.77 ± 0.16	24.99 ± 1.06	

3) 考察

試案Lを設定し、これにより9腹61頭を供用し飼養試験を行い以上の成績を得たが、その結果に基いて若干の考察を加えてみよう。

i) 泌乳量及び泌乳曲線 5週間の泌乳量測定の結果、第1報¹⁰⁾で報告したように平均泌乳日量はいずれも当初設定した泌乳曲線よりも高くなっている。なお、週間平均泌乳日量による泌乳曲線は畜試でのYorkshire種¹³⁾及びBROWSKY & KwasnitzkyのRussian Land-raceによるものに類似して、分娩後漸増し2~3週で最高に達し、その後漸減している。従って飼料給与の面で泌乳量に応じて比重をつけることは妥当であろうと考え

2) 飼養試験の成績

昭和25年春から昭和26年春に亘つて、9頭のYorkshire種牝豚(仔豚61頭)を用いて飼養試験を行い、仔豚の発育、仔豚の吸乳量(6腹39頭について第1報と同様の方法により算出した。)及び母豚の体重の変化について調査した。その結果次のような成績を得た。

i) 泌乳量 週別泌乳曲線は1952年第1報¹⁰⁾で報告したように、当初WOLL AND HENRYの泌乳日量2.5kgを基礎として設定した仮説的曲線よりはいずれも高くなっている。泌乳量は分娩後日を経るに従って増加し2~3週で最高を示し、その後漸減している。

ii) 仔豚の発育 9腹61頭の仔豚の生後40日までの発育は第1表のとおりで、各日令とも標準に達しなかつた。

iii) 母豚の体重の変化 母豚の体重は分娩後徐々に低下し、おおむね45~60日で最低となり、離乳後(哺乳期間は60日間)飼養標準による維持飼料の130%の飼料を給与して、50~60日でおおむね栄養は回復している。しかし供試豚中1頭は栄養が回復しても発情が見られず試験屠殺の結果卵巣水腫がみとめられた。

られる。

ii) 仔豚の発育と哺乳量との関係 仔豚の発育は餌付けによる採食量及び給与飼料の質によつて影響をうけるので、仔豚の発育と吸乳量との相関々係をみるには餌付け直前の生後21日頃まででなければならない。それで分娩後20日間の仔豚の体重増加量と吸乳量との関係を見ると第2表に示すように生後20日間の平均吸乳量は11.45kg ± 0.315kgで、平均増体量は2.761kg ± 140gで、両者の相関係数を算出すると、 $r = +0.800 \pm 0.058$ ($P < 0.01$)で強度の正の相関を示している。なお、生後20日間に12kg以上の吸乳をしている仔豚はいずれも標準以上の発育(生後3週体重)を示していることが判明した。

第 2 表 試案Lによる仔豚の増体量と吸乳量との関係（6 腹39頭）

生 後 20 日 間 の 吸 乳 量		仔 豚 頭 数	全頭数に対する%	生 後 3 週 体 量	1 kg 増 体 当 り 吸 乳 量
範 用	平 均				
6 ~ 9 ^{kg}	7.73 ^{kg}	4 ^頭	10.3 [%]	1.27 ^{kg}	6.09 ^{kg}
9 ~ 10	9.57	5	12.8	2.07	4.62
10 ~ 11	10.52	6	15.4	2.58	4.08
11 ~ 12	11.58	7	17.9	2.73	4.24
12 ~ 13	12.58	10	25.6	3.25	3.87
13 ~ 14	13.53	4	10.3	3.56	3.80
14 ~ 15	14.54	3	7.7	3.66	3.97
計又は平均	11.45±0.315	39	100.0	2.76 ± 0.140	4.15
最 大	14.85	—	—	4.29	8.58
最 小	6.75	—	—	1.01	2.89

以上の結果に基いて、試案Lによる飼養試験では仔豚の発育が標準に達しなかつたこと、母豚の体重の減耗が大で次期発情の著しくおくれたものがあつたことなどから、この試案では多少給与栄養価が不足するものと思われ、改訂の必要がみとめられた。

3. 改訂された飼養標準による飼養試験

1) 試験の方法

i) 改訂された飼養標準（試案H） 試案Lによる飼養試験によつて、生後3週で標準以上の発育を示している仔豚は20日間で12kg以上の吸乳をしていることがわかつたので、試案Lを修正して20日間で1頭当り12kgの吸乳ができるように母豚に対する給与栄養価を計算して次の式を設定した（試案H）。

	7 頭 まで	8 頭 以 上
可消化級蛋白質 0.96g × 母豚体重 (kg)	+311.9g	$\left[+ \frac{\text{仔豚数} - 7}{7} \times 311.9g \right]$
澱 粉 価 8.20g × 母豚体重 (kg)	+1,555g	$\left[+ \frac{\text{仔豚数} - 7}{7} \times 1,559g \right]$
(維 持 飼 料)		(生 産 飼 料)

ii) 供試豚及び試験期間 昭和27年春より昭和28年春に亘つて Yorkshire 種15腹121頭の仔豚について飼養試験を行つた。（第3表）

iii) 飼料の給与 給与飼料は馬鈴薯を主体とし、それと大豆粕20、玉蜀黍15、米糠20、麴35、稗糠10の配合に、3%のコロイカル、1%の食塩を混合した配合飼料（P.P 14.38%，S.V 61.08%）を用い第4表により給与した。

飼料の給与回数は1日3回とし、馬鈴薯は煮熟し、それに配合飼料を混合して、水でねつて与え、他に青草、

大根葉等を日量的1kg給与した。なお、分娩直後の2日間は麴汁を少量与えるに止めた。

試験に供用した繁殖化豚は仔付期間以外でも、すべて次に述べる一定の飼料給与基準で飼養し、飼料は1日3回水でねり固めて給与した。

維持飼養標準

仮説（試案L）と同様（算定基礎参照）

妊娠飼養標準 妊娠後期の2ヶ月間は増飼しなければならぬので、初産の場合は前記維持飼料の4割増し、2産以降は3割増しとして母豚体重1kg当り

第3表 供試豚及び試験期間

年次	実験 番号	豚名号	生年月日	産次	分娩日 (実験開始)	分娩時 令	体重	哺乳 豚数
昭 27 春 期	1	E25—25号	昭25. 6. 28	第2産	昭27. 3. 17	生後21ヵ月	149kg	7頭
	2	M. Y	24. 3. 20	5	27. 3. 20	36	221	6
	3	K 3	26. 3. 17	初	27. 4. 9	13	147	9
	4	E25—23	25. 6. 28	2	27. 4. 10	22	152	10
	5	K 2	26. 3. 17	初	27. 4. 15	13	143	6
	6	E 3	21. 3. 15	9	27. 5. 6	74	226	9
昭 27 秋 期	1	E25—25	25. 6. 28	3	27. 10. 1	28	169	8
	2	M. Y	24. 3. 20	6	27. 10. 2	42	206	6
	3	E25—23	25. 6. 28	3	27. 10. 14	28	169	10
	4	K 3	26. 3. 17	2	27. 10. 22	18	169	9
昭 28 春 期	1	K 2	26. 3. 17	2	28. 3. 2	23	169	8
	2	M. Y	24. 3. 20	7	28. 3. 27	48	206	6
	3	E25—25	25. 6. 28	4	28. 3. 27	33	188	9
	4	E25—23	25. 6. 28	4	28. 5. 18	35	188	10
	5	E27—26	27. 3. 20	初	28. 7. 14	16	150	8

第4表 試験飼料給與日量

時期別 (分娩後)	母豚体重100 kg 当り 雑料飼料				仔猪7頭当り生産飼料 (仔猪8頭以上の場合は 1頭につき3/4づつ加給)				
	給與飼料 栄養価				給與飼料 栄養価				指 数
	配飼	馬鈴薯	P.P	S.V	配飼	馬鈴薯	P.P	S.V	
3~10日	520 ^g	2,932 ^g	96.0 ^g	820 ^g	1,880 ^g	1,418 ^g	280.7 ^g	1,403 ^g	0.9
11~20	"	"	"	"	2,925	2,205	436.7	2,183	1.4
21~30	"	"	"	"	2,716	2,048	405.5	2,027	1.3
31~45	"	"	"	"	2,089	1,575	311.9	1,559	1.0
46~60	"	"	"	"	1,253	945	187.1	935	0.6

次の量を給与した。

なお、飼養期間中常に残食はみとめられなかつたので給与量をもつて摂取量とみなした。

区 分	体重1 kg 当り 所要量	
	可消化純蛋白	澱粉 価
初 産	1.34g	11.48g
2 産 以 降	1.25	10.66

IV) 供試飼料の栄養価 試験開始時に供試飼料を岩

手大学に依頼して分析した結果は第5表のとおりで、消化率は HENRY AND MORRISON; Feeds and Feeding⁶⁾ の豚の消化率によつた。

V) 仔猪の餌付時期及び給与飼料 仔猪の餌付けは生後満20日の体重測定を行い、生後20日間の吸乳量と増体量との関係をもて、その翌日から餌付けを行つた。給与飼料は大豆粕20、麴40、馬鈴薯40(乾燥量、生の場合3.5倍)の配合にコロイカル3%、食塩0.7%を混合した配合飼料(P.P 14.41%)を用い、体重の4.5~5.0%量を1日5回に分与した。

なお、離乳後の母豚に対しては栄養が回復するまでは

第 5 表 供試飼料の栄養価 分析は元岩手大学亀高氏による（現東京大学）

飼 料	成 分						可消化 純蛋白	澱粉価
	水 分	粗蛋白質	粗脂油	可溶無 窒素物	粗せんい	灰 分		
玉蜀黍(ロングフエロー)	14.78	12.81	2.53	67.04	0.81	2.03	7.55	74.40
" (デントコーン)	17.53	10.88	13.97	55.06	1.18	1.38	7.58	77.70
大 豆 粕	12.14	42.06	5.64	29.78	5.00	5.38	32.40	71.40
大 豆	15.07	37.13	16.16	22.04	6.20	3.40	29.69	74.20
魴(内地産)	15.75	16.94	3.50	44.43	9.51	9.87	12.52	49.20
" (外地産)	16.02	13.19	1.89	51.95	5.94	11.01	9.51	47.90
米 糠	15.78	15.13	14.52	37.37	6.62	10.58	9.35	59.10
米 糠 油 粕	14.84	21.00	4.75	33.90	9.31	16.20	11.25	43.70
稈 糠 (精)	14.84	18.44	19.52	35.05	5.54	6.61	13.02	66.80
" (荒)	12.86	6.88	1.32	37.30	30.38	11.26	5.10	61.00
魚 粉	14.44	51.50	4.70	3.11	0.18	26.07	27.19	54.20
馬 鈴 薯	78.17	2.06	0.06	15.45	0.32	0.73	0.73	17.10

維持飼料の130%の飼料を給与した。

VI) 主な調査事項

a) 仔豚の發育, 10日毎に体重測定
 b) 母豚の体重の変化, 10日毎に測定
 c) 仔豚の吸乳量の測定 分娩日, 3日目, 7日目, 14日目, 21日目, 28日目, 35日目, 42日目に, 日中だけ1時間毎に1日4~8回哺乳前後の仔豚の体重を測り, その差により吸乳量を出し, 試案Lの場合の測定結果による泌乳量 $\frac{\text{夜間}}{\text{昼間}} = \frac{93.8}{100}$ という比率によつて1日量を算出し, さらにグラフによつて日別, 週別泌乳量を算出した。測定には寺岡式敏感自動秤(4.5kg, 感量10g)及びトリード式扇型指示秤(12kg, 感量20g)を用いた。

d) 豚乳の成分分析 供試乳は仔豚を全部母豚から離し一定時間(1~2時間)を経て後, 仔豚の一部3~4頭を母豚に哺乳させ, 仔豚のつかない乳房から10~20ccを搾乳採取し, 次の方法により定量した。

イ) 水分, 固形分及び灰分 供試乳5gをニッケル坩堝に秤量, 60°C 恒温乾燥器中で蒸発乾固後100°C で乾燥定量した。その乾物をさらに電熱灰化して灰分とした。

ロ) 蛋白質 供試乳2~5gを秤量し, ケルダール法で窒素を定量し, これに6.37を乗じて蛋白質とした。

ハ) 粗脂肪 牛乳用ゲルベルのブチロメーターを用い硫酸を加えた後, 供試乳5ccを注ぎ, さらに蒸溜水6ccを加え11ccとしてゲルベル法に従つて定量した。

ニ) 乳糖 直接定量せず計算により求めた。

ホ) 比重 5cc入れピクノメーターを用い20°Cにて秤量比重を求めた。

2) 試験成績

i) 泌乳量 泌乳量の測定はバランスが12kgまでであつたため, 分娩後35~42日までしか行なかつたがYorkshire種15腹119頭及びBerkshire種2腹8頭について測定した結果は第6表及び第7表のとおりである。なお既発表の豚の泌乳量を示すと第8表のとおりである。

泌乳曲線は第1.2.3図に示すとおりで, 週別泌乳曲線を内外の他の報告と比較すると(第4図), この試験で測定した泌乳量は概して高く第9~10表に示すように, 丹羽・伊藤(1951)¹³⁾によるものよりやや高いが, 仔豚1頭当り平均吸乳量で示すとほぼ同量となつてゐる。

また, 丹羽・伊藤等(1951)¹³⁾の報告は1腹仔豚7頭の場合なので, この試験の場合も同様に1腹仔豚6~7頭の場合についてみると, 第11表に示すように平均泌乳日量に差はみとめられない。

第 6 表 週 別 泌 乳 量 (Yorkshire 種15腹)

母 番 号	仔豚数	週 別 平 均 日 量					分娩後20日間 の平均泌乳日 量	最高泌乳 に達した 日数
		1	2	3	4	5		
1	7頭	4.75 (0.68)	5.89 (0.84)	6.00 (0.86)	6.19 (0.88)	5.58 (0.80)	5.48 (0.73)	21日
2	6	3.95 (0.66)	5.48 (0.91)	5.52 (0.92)	5.25 (0.88)	4.79 (0.80)	4.97 (0.83)	14
3	9	4.40 (0.49)	5.92 (0.66)	5.99 (0.67)	6.03 (0.67)	5.40 (0.60)	5.25 (0.58)	21
4	10	5.83 (0.58)	7.38 (0.74)	8.11 (0.81)	6.68 (0.67)	—	7.07 (0.71)	21
5	6	3.13 (0.52)	3.31 (0.55)	3.81 (0.64)	4.56 (0.76)	—	3.37 (0.56)	28
6	9	5.06 (0.56)	7.54 (0.84)	8.90 (0.99)	8.35 (0.93)	—	7.05 (0.78)	21
7	8	5.60 (0.70)	7.71 (0.96)	7.51 (0.94)	6.72 (0.84)	5.73 (0.72)	6.96 (0.87)	14
8	6	3.56 (0.59)	5.05 (0.84)	6.61 (1.10)	7.06 (1.18)	6.05 (1.01)	4.96 (0.83)	21
9	8	5.11 (0.64)	6.46 (0.81)	7.81 (0.98)	9.05 (1.13)	7.80 (0.97)	6.32 (0.79)	21
10	9	5.60 (0.62)	6.16 (0.68)	6.07 (0.67)	5.97 (0.66)	5.91 (0.66)	5.96 (0.66)	28
11	8	3.91 (0.49)	4.82 (0.60)	4.62 (0.58)	5.25 (0.66)	—	4.44 (0.55)	28
12	6	2.86 (0.48)	3.44 (0.57)	4.97 (0.83)	5.39 (0.90)	4.40 (0.73)	3.67 (0.61)	21
13	9	5.93 (0.66)	8.44 (0.94)	8.49 (0.94)	7.22 (0.80)	6.42 (0.71)	7.61 (0.85)	14
14	10	5.56 (0.56)	7.52 (0.75)	9.31 (0.93)	8.18 (0.82)	8.14 (0.81)	7.37 (0.74)	21
15	8	3.57 (0.45)	5.12 (0.64)	4.56 (0.57)	4.56 (0.57)	4.92 (0.62)	4.41 (0.55)	21
範 囲	6~10	2.86~5.93 (0.45~0.70)	3.31~8.44 (0.55~0.96)	3.83~9.31 (0.57~1.10)	4.56~9.05 (0.57~1.18)	4.40~8.14 (0.60~1.01)	3.37~7.61 (0.55~0.87)	14~28
平 均	7.93	4.59 (0.58)	6.02 (0.76)	6.55 (0.83)	6.43 (0.81)	5.92 (0.76)	5.66 (0.71)	21

〔註〕 () 内は仔豚1頭当り平均吸乳量を示す。

第 7 表 週 別 泌 乳 量 (Berkshire 種2頭の平均)

区 分	仔豚数	週 別 平 均 泌 乳 日 数					分娩後20 日間の平 均泌乳日 量	60日間の 泌 乳 量	最高乳量 に達した 日 数
		1	2	3	4	5			
2 頭 の 平 均	8頭	4.24 (0.53)	6.45 (0.81)	6.42 (0.80)	7.72 (0.97)	8.06 (1.01)	5.59 (0.70)	291.75 (36.47)	28

〔註〕 () 内は仔豚1頭当り平均吸乳量を示す。

第 8 表 既 発 表 の 豚 の 泌 乳 量

著 者	年次	品 種	週				前期 平均	週				後期 平均	全期 平均
			1	2	3	4		5	6	7	8		
V. GOHREN	1865	Yorkshire	— ^{kg}	— ^{kg}	— ^{kg}	— ^{kg}	1.54 ^{kg}	— ^{kg}	— ^{kg}	— ^{kg}	— ^{kg}	— ^{kg}	— ^{kg}
OLOFASON & LORSON	1930	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.72
永田, 星野	1931	{ Yorkshire Berkshire	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.74
成松, 原 ¹²⁾	1934	Yorkshire	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.00
丹羽, 伊藤 ¹³⁾	1951	"	3.65	5.30	5.27	4.87	4.78	4.50	4.04	3.66	3.30	3.88	4.33
栗原, 和島, 辻浦	1955	"	4.59	6.02	6.55	6.43	5.90	5.92	—	—	—	—	—
CONTESCU, POMAN & BREABAN	1937	Large White	3.21	4.16	4.24	4.42	4.01	3.38	2.77	2.31	1.20	2.42	3.24
BARBER, BRANDE & MITCHELL (Unpublished)		"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.22
CARLYLE	1903	Berkshire	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.86
OHLIGMACHER	1928	"	1.96	2.91	2.51	3.78	2.79	3.95	3.86	3.54	3.52	3.72	—
成松, 原 ¹²⁾	1934	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.24
SMITH ¹⁴⁾	1952	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	a 6.53 b 5.47
栗原, 和島, 辻浦	1955	"	4.20	6.45	6.42	7.72	6.21	8.06	—	—	—	—	—

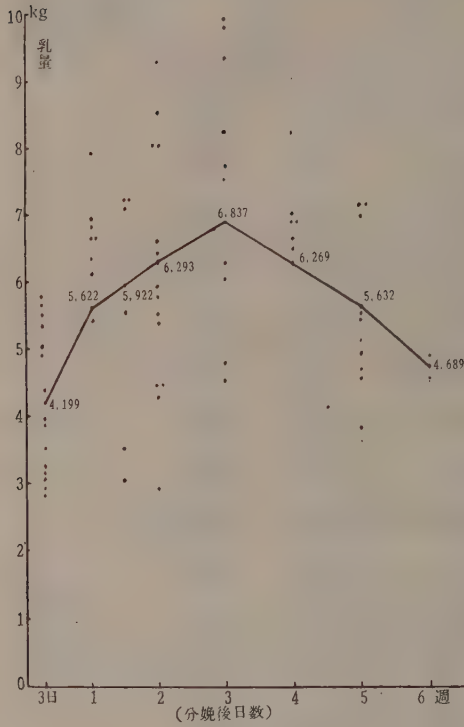
第 9 表 平 均 泌 乳 日 量 の 比 較

週 別	1	2	3	4	5	平 均
農 研 の 成 績(5頭平均)	3.68 ^{kg} (100)	5.30 ^{kg} (100)	5.27 ^{kg} (100)	4.87 ^{kg} (100)	4.50 ^{kg} (100)	4.72 ^{kg} (100)
東北農試の成績 (15頭平均)	4.59 (125)	6.02 (114)	6.55 (124)	6.43 (132)	5.92 (132)	5.90 (125)

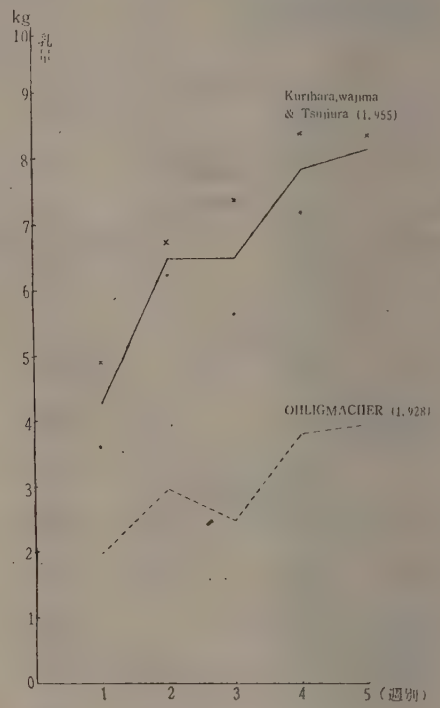
第 10 表 平 均 吸 乳 日 量 の 比 較

週 別	1	2	3	4	5	平 均	備 考
農 研 の 成 績	0.54 ^{kg} (100)	0.78 ^{kg} (100)	0.78 ^{kg} (100)	0.72 ^{kg} (100)	0.66 ^{kg} (100)	0.70 ^{kg} (100)	5 腹仔豚 34頭の平均
東北農試の成績	0.58 (107)	0.76 (97)	0.83 (106)	0.81 (113)	0.76 (115)	0.75 (107)	15腹仔豚 119頭の平均

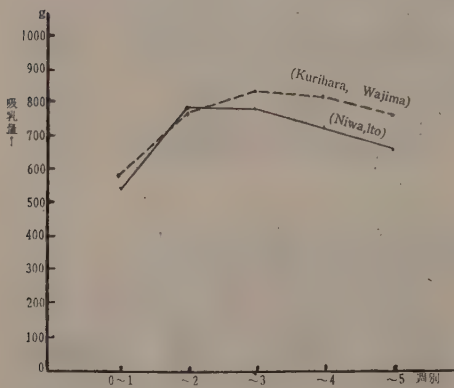
第1図 測定日における **Yorkshire** 種15頭
平均泌乳曲線及びその分布



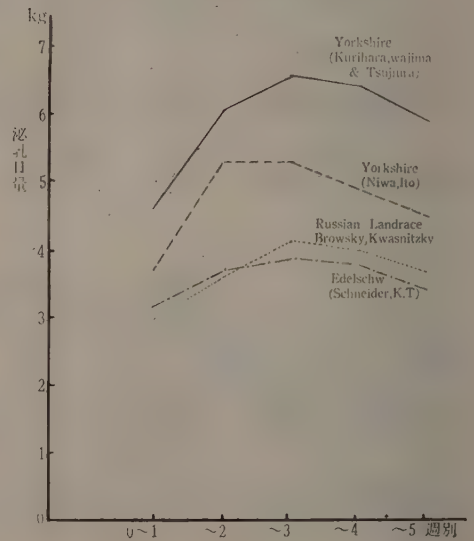
第3図 週別泌乳曲線
(**Berkshire** 2頭平均)



第2図 仔猪1頭当り吸乳日量の比較



第4図 週別泌乳曲線の比較



第 11 表 平均泌乳日量の比較 (1腹仔豚7頭以下)

週 別	1	2	3	4	5	平 均	備 考
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
農 研 の 成 績	3.68	5.30	5.27	4.87	4.50	4.72 (100)	6頭1腹 7頭4腹
東北農試の成績	3.65	4.63	5.39	5.69	5.21	4.91 (104)	6頭4腹 7頭1腹

泌乳曲線の形態は BROWSKY, KWASNITZKY 等の *Russian Landrace* によるものに近似しており、週別にみれば分娩後第3週目に最高乳量を示している。これを供試母豚別にみれば第6表に示すように分娩後14~28日となっており、その60%は21日目となっている。なお、1腹仔豚数が多い程泌乳量が大となっているが、仔豚1頭当たり平均吸乳日量でみると第12表のように差はない。

第12表 1腹仔豚数と泌乳量の関係
(分娩後20日間の乳量)

仔 豚 数	6	7	8	9	10
腹 数	4	1	4	4	2
	kg	kg	kg	kg	kg
平均泌乳日量	4.24	5.48	5.53	6.47	7.22
仔豚1頭当たり 平均吸乳日量	0.71	0.78	0.69	0.72	0.72

また、初産の場合は概して泌乳量は低く、分娩後20日間の仔豚1頭当たり平均吸乳日量でみると全平均 0.71 kg に対し、初産の場合は平均 0.57 kg となっている。同一母豚について初産の場合と第2産の場合の分娩後20日間の仔豚1頭当たり平均吸乳日量を比較すると

初産の場合 0.58 kg

第2産の場合 0.66

となっており、同一母豚では初産の場合より第2産以降で泌乳量が増大することを示している。

ii) 仔豚の發育 仔豚の發育は第13表に示すとおり

で、分娩時はほぼ發育標準に近似していたものが生後満20日では標準の118%となり、生後60日では15 kg で標準の115%となつている。参考のため *Berkshire* 種を含む20腹156頭の仔豚の發育を示すと第14表のとおりである。

第14表 仔豚の發育 (20腹 156頭の平均)

日 令	平均体重	平均体重 を欠で表 した場合	標準に 対する %	備 考
	kg	kg	%	
生 時	1.20	320	104.3	仔豚は
10 日	2.92	780	116.8	<i>Yorkshire</i> 種
20 日	5.03	1,343	117.0	18腹 141頭
30 日	7.42	1,981	123.7	<i>Berkshire</i> 種
40 日	9.92	2,649	124.0	2 腹 15頭
50 日	12.46	3,327	118.7	計 20腹 156頭
60 日	15.06	4,021	115.8	

なお、發育標準はワイソコンシン農試の仔豚の發育を参考として、次表のように設定したものをを用いた。

日 令	生時	10日目	20日目	30日目	40日目	50日目	60日目
發育標準	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
	1.15	2.50	4.30	6.00	8.00	10.50	13.00

また、仔豚の育成率 $\left(\frac{\text{離乳頭数}}{\text{乳付頭数}}\right)$ は第15表に示すように、この標準によつて飼養した母豚 22腹 183頭の仔豚で 94.5%、泌乳量の測定を行つた15腹 128頭で93.0%とな

第 13 表 仔 豚 の 發 育 (15腹) *Yorkshire*種 (泌乳検定したもの)

日 令	仔 豚 数	平 均 体 重 M	發 育 標 準	Mの標準に 対する %	標 準 偏 差 δ	變 異 係 数 V
	頭	kg	kg	%	kg	%
生 時	119	1.15 \pm 0.02	1.15	100.0	0.20 \pm 0.01	17.39 \pm 1.03
10 日	119	2.95 \pm 0.05	2.50	118.0	0.53 \pm 0.03	17.90 \pm 1.03
20 日	119	5.08 \pm 0.09	4.30	118.1	0.94 \pm 0.06	18.48 \pm 1.03
30 日	119	7.16 \pm 0.12	6.00	119.3	1.29 \pm 0.08	18.04 \pm 1.03
40 日	112	9.46 \pm 0.18	8.00	118.3	1.93 \pm 0.13	20.43 \pm 1.04
50 日	100	11.70 \pm 0.25	10.50	111.4	2.53 \pm 0.18	21.66 \pm 1.05
60 日	18	15.00 \pm 0.58	13.00	115.4	2.38 \pm 0.40	15.83 \pm 1.03

つた。

第15表 仔豚の育成率

1 仔豚	腹数 頭	腹数 腹	生 頭	産 頭	へい 死 頭 (数) 頭	育 成 頭	成 数	育成率 %
6	2	2	12	—	—	12	100.0	
7	2	2	14	—	—	14	100.0	
8	7	7	56	(2)	3	53	94.6	
9	9	9	81	(3)	7	74	91.4	
10	2	2	20	—	—	20	100.0	
計または 平均	22	22	183	(5)	10	173	94.5	
泌乳検定を 行つた15腹 について	15	15	128	(4)	9	119	93.0	

iii) 哺乳中の母豚の体重の変化 哺乳中の母豚体重の減耗状況を調査した結果は第16表のとおりである。

この試験の結果によれば、母豚体重の60日間の減耗総量は平均 37.7kg (28~47kg)、哺乳開始時の体重に対して平均21.4% (15~30%) となつており、減耗量は哺乳期の進行に伴い漸次小となる傾向がある。

次に産次と体重減耗量との関係についてみると、初産のものは2産以降のものに比べてやや減耗が大きいようで、この試験で初産のもの3頭の減耗率は平均22.8%となり、総平均よりやや上廻り、同一母豚でみても初産の場合23.1%の減耗を示したものが第2産で16.9%の減耗しか示していない。

なお、泌乳量と母豚体重の減耗との関係についてみると、泌乳量の大きいものが必ずしも体重の減耗は大でなく丹羽・伊藤等 (1951)¹³⁾ の成績と同様である。

iv) 吸乳量と仔豚の発育 仔豚の体重1 kgを増加するに要する乳量については、CARLYLE 1.92 kg, SCHNEIDER 2.24kg (最初の4週)、永田・星野2.23kg 丹羽・伊藤3.47kg (生後24日まで)、BARBER, BRANDE and MICHELL (Unpublished) 4.00kg (生後3週まで) という数字があげられているが、この試験の結果は第17~18表に示すとおりで平均3.65kg (2.57kg~5.46kg) となつており、CARLY, SCHNEIDER 永田・星野の結果よりやや多量で、丹羽・伊藤 (1951)¹³⁾ , BARBER, BRANDE MICHELL (Unpublished) に近い数値を示している。

第16表 母豚の体重の変化 (Yorkshire種 15頭)

母豚番号	産次	仔豚数 頭	分娩直後 体重 kg	分娩後 60日体重 kg	減耗量 kg	減耗率 %	哺乳期間 日	次期発情	
								分娩後 日	離乳後 日
1	第2産	7	149	104	45	30.2	36	41	5
2	5	6	221	175	46	20.8	57	60	3
3	初	9	147	113	34	23.1	60	64	4
4	2	10	152	105	47	30.9	49	51	2
5	初	6	143	111	32	22.4	55	58	3
6	9	9	226	192	34	15.0	50	57	7
7	3	8	168	132	36	21.4	49	62	13
8	6	6	207	169	38	18.4	55	61	6
9	3	10	169	137	32	18.9	60	76	16
10	2	9	166	138	28	16.9	50	56	6
11	2	8	163	116	47	28.8	60	71	11
12	7	6	210	169	41	19.5	52	59	7
13	4	9	189	151	38	20.1	53	61	9
14	4	10	187	153	34	18.2	50	54	4
15	初	8	148	114	34	23.0	56	68	12
平均		7.9	176.3	138.6	37.7	21.4	53	60	7.2±1.07

第 17 表 餌付前の吸乳量と増体量との関係 (15腹 119頭)

生後 20 日間 の 吸 乳 量		仔 豚 頭 数	全 頭 数 の 対 比 %	生後 3 週 まで の 増 体 量	1 kg 増 体 量 当 り 吸 乳 量	指 数
範 囲	平 均					
7 ~ 11 ^{kg}	9.48 ^{kg}	14 ^頭	11.8 [%]	3.19 ^{kg}	2.97 ^{kg}	100
11 ~ 14	12.31	45	37.8	3.57	3.45	116
14 ~ 17	15.42	37	31.1	4.19	3.68	124
17 ~ 20	18.63	15	12.6	4.57	4.08	137
20 ~ 22	20.74	8	6.7	4.75	4.37	147
計又は平均	14.31±0.293	119	100.0	3.92±0.072	3.65	
最 大	21.85			5.78	5.46	
最 小	6.31			2.07	2.57	

第 18 表 1 kg 増体 に 要 する 乳 量 (15腹 119頭)

母豚番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	平均	範 囲
20日間における仔豚1頭当り平均吸乳量	15.67 ^{kg}	16.56 ^{kg}	11.66 ^{kg}	14.15 ^{kg}	11.25 ^{kg}	15.67 ^{kg}	17.40 ^{kg}	16.53 ^{kg}	15.80 ^{kg}	13.24 ^{kg}	11.09 ^{kg}	12.24 ^{kg}	16.92 ^{kg}	14.73 ^{kg}	11.02 ^{kg}	14.13 ^{kg}	11.02 ~ 17.40
生後20日間における仔豚の平均増体費	4.71	3.93	3.26	3.99	3.16	3.51	4.15	4.44	3.79	3.58	3.85	3.45	4.81	4.23	2.89	3.92	2.89 ~ 4.81
仔豚体重 1 kg 増体 に 要 する 乳 量	3.33	4.21	3.58	3.55	3.56	4.46	4.20	3.72	4.17	3.70	2.88	3.55	3.52	3.48	3.82	3.65	2.88 ~ 4.46

なお吸乳量の大きい仔豚は発育も良好で、仔豚の体重の増加は消費した乳の量と厳密に比例することは THOMPSON (1931), DONALD (1937), 丹羽・伊藤 (1951)¹³⁾ によつて報告されているが、この試験の成績により生後 3 週間 (餌付直前) までの仔豚の吸乳量と増体量との相関係数を出してみると、 $r = +0.676 \pm 0.050$ ($n = 119$, $P < 0.01$) となり確実な正の相関があることが明らかになった。

v) 豚乳の成分及び泌乳期の組成の変化 5 腹の母豚について、分娩後 5 週まで豚乳を搾乳採取し分析を行った結果は第 19 表のとおりで、初乳は常乳に比べて固形分及び蛋白質が多く、また比重が大であつて乳糖、灰分の少いことは多くの研究者が示した結果と同じような傾向を示しているが、脂肪はやや趣を異にしていた。

また、泌乳期に伴う豚乳組成の変化は全固形分、全蛋

第 19 表 豚 乳 の 成 分 (5 頭 の 平均)

区分	水分	全固形分	脂肪	蛋白質	乳糖	灰分	比重
初乳	75.90 [%]	24.10 [%]	9.28 [%]	11.67 [%]	2.40 [%]	0.751 [%]	1.0376
常乳	81.26	18.74	7.28	5.65	5.01	0.851	1.0349

白及び脂肪の含量は泌乳初期が最大で中期に落ち、後半多少の変動があるが再び上昇し乳糖、灰分は泌乳初期に少く、泌乳期の進むにつれて少しずつ上昇している。

4. 考 察 及 び 結 語

1) 考 察

試案 L による飼養試験の結果これを修正して試案 H を設定し、さらにこれにより飼養試験を行い上述のような結果を得たが、これらの成績に基いて若干の考察を加え

てみると

i) 泌乳曲線は前述のように BROWSKY, KWASNITZKY (1932) による *Russian Landrace* のものと酷似しているが、試案Lによる場合と同様に週別泌乳曲線は第3週が最高乳量を示している。これを日量でみれば個体によつて異なるが最高乳量に達する日は分娩後14~28日で、3週が60%, 2,4週が各20%となつており第3週が最も多くなつてゐる。これは CONTESCU, ROMAN & BREALAN の報告と一致し、その他 SCHNEIDER (1934), 成松及び原 (1934), 丹羽・伊藤 (1951) 諸氏の報告と軌を一にする。

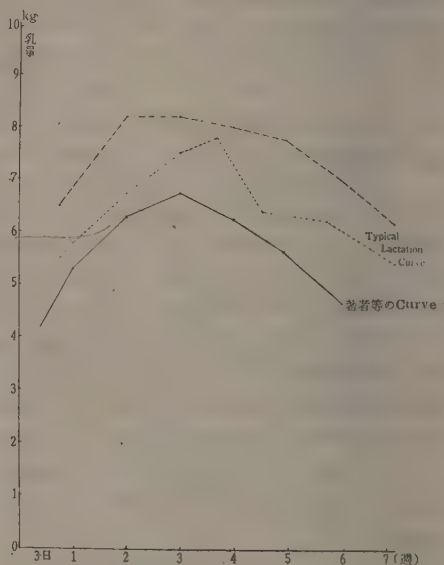
なお、*Berkshire* 種については2頭しか泌乳量を測定し得なかつたが、2頭とも泌乳曲線は *Yorkshire* 種の場合とは異り分娩後5週で週別の最高乳量を示し、その泌乳曲線も *Yorkshire* 種の場合と著しく異つており、OHLIGMACHER (1928) によるものとはほとんど同様である。*Yorkshire* 種と *Berkshire* 種でその泌乳曲線が本質的に異なるものとなれば、その仔豚の発育の差異も伴うので、これらの問題についてはこの試験から速断は不可能なのでさらに深く検討されなければならないと考える。

ii) 泌乳量はこの試験では分娩後5週までしか測定しなかつたが、第4図でも明らかなように一般に高く、分娩後5週間の平均でみると丹羽・伊藤 (1951)¹³⁾ の成績に比べて125%となつてゐる。しかしこの試験の場合は1腹仔豚数は平均7.93頭、丹羽・伊藤等の場合は平均6.8頭であるため、仔豚1頭当り平均吸乳量で示すと107%ではほぼ同量となつてゐる。

a) 哺乳回数と泌乳量との関係を見ると、哺乳回数が増加すれば1日の泌乳量が増加することは既に KWASNITZKY (1932) によつて報ぜられているが、この試験の場合は毎1時間毎に測定し前掲の各研究者の場合より測定回数が多かつたこと、また母豚の産次も丹羽・伊藤 (1951)¹³⁾ の場合は初産豚だけを用いたのに比べこの試験では第3表に示すように15頭の母豚中初産は3頭だけで他は2~9産であつたことなども影響していると考えられる。しかし第5図に示す J. HAMMOND (1954)⁷⁾ によつて紹介されている泌乳曲線はいずれもこの試験の結果を上廻つてゐる。

b) 給与飼料と泌乳量との関係を見ると、給与飼料によつて泌乳量に差異を生ずることも事実で、当初設定した試案Lとその後改定した試案H(生産飼料を試案Lの60%増しとした)の場合の泌乳量を分娩後20日間の仔豚の平均吸乳量で比較してみると、

第5図 J. Hammond (1954) の記載による
Typical Lactation Curve との比較



$$\frac{\text{試案Hによる場合 (14.31kg)}}{\text{試案Lによる場合 (11.43kg)}} = 125\%$$

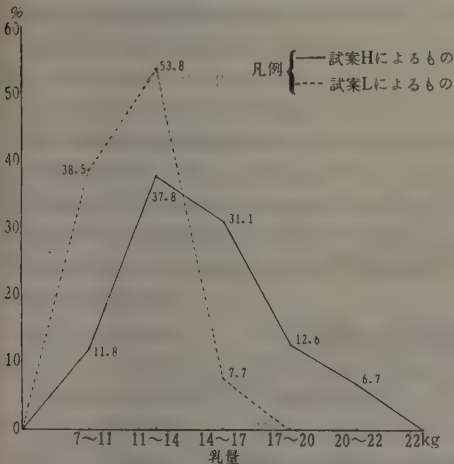
となつてゐる。なお、泌乳量は個体によつて差があるので、同一母豚を用いてH、L両試案によつて飼養した場合の泌乳量を比較すると第20表のとおりで、平均吸乳量は $H = \frac{14.36\text{kg}}{10.20\text{kg}} = 140.7\%$ となり $p = 0.01 \sim 0.001$ で有意差がみとめられる。

第20表 同一母豚の試案H、Lによる泌乳量比較

母豚名号	分娩後20日間における 1頭当り平均吸乳量			
	仔豚 番号	試案Lに よる場合	仔豚 番号	試案Hに よる場合
E23~9号	1	8.77	1	9.81
	2	9.88	2	11.76
	3	10.01	3	12.14
	4	11.24	4	12.58
	5	12.15	5	12.93
	6	12.93	6	13.45
E3号	1	7.24	1	11.91
	2	7.44	2	12.21
	3	9.13	3	13.58
	4	10.42	4	17.62
	5	10.54	5	18.24
	6	11.09	6	18.38
	7	11.76	7	22.07
平均		10.20		14.36

試案Hによる分娩後20日間の仔豚1頭当り平均吸乳量14.36kgは当初設定した12kgの標準に比べて119.2%となり、吸乳量の分布を試案Lによるものと比較すると第6図のとおりである。

第6図 吸乳量の分布 (全仔豚頭数中の%で示す)



c) 1腹仔豚数と泌乳量の関係を見ると第12表で明らかなように SCHNEIDER の成績と軌を一にし、仔豚数が大になるに従って泌乳量も多くなっているが、仔豚1頭当り吸乳量でみると差はみとめられない。

d) 次に産次と泌乳量の関係を見ると15腹119頭の仔豚1頭当り平均吸乳量0.71kgに対し、初産の3頭においては平均吸乳量0.57kgで少く、同一母豚について初産の場合と第2産の場合とを比較してみると第21表に示すように、初産の場合に比べ第2産の場合の泌乳量は大きく、大方の成績と一致している。また、一般に繁殖牝豚は第3～6産位で最高の能力を発揮するといわれ

ているが、この試験で分後20日間の仔豚1頭当り平均吸乳量0.8kg以上のものをあげてみると左表のとおりで、前言が裏書きされている。なお、同一母豚について第5～7

母豚番号	分娩後20日間における仔豚1頭当り吸乳量 (kg)	産次
2	0.83	第5産
7	0.87	3
8	0.87	6
13	0.85	4

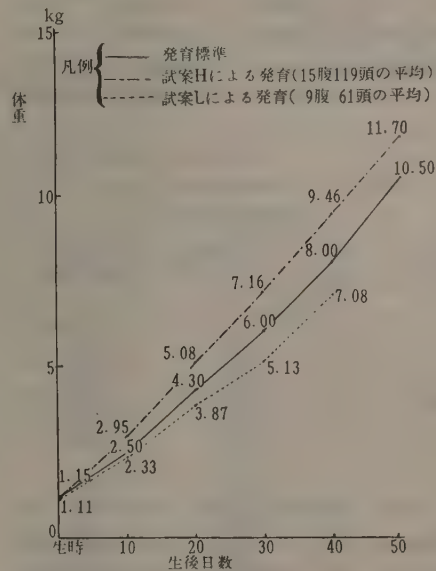
産における泌乳量を比較してみると第21表のとおりで、第5、6産に比し第7産において泌乳量が約27%低下している。

iii) 仔豚の発育は第7図に示すように試案Lを用いた

第21表 同一母豚の産次別泌乳量

母豚	産次	仔豚数	分娩後20日間平均日量 (kg)	仔豚1頭当り平均日量 (kg)	指数
A	初産	9	5.25	0.58	100
		9	5.96	0.66	114
B	5産	6	4.97	0.83	100
		6	4.96	0.83	100
		6	3.67	0.61	73

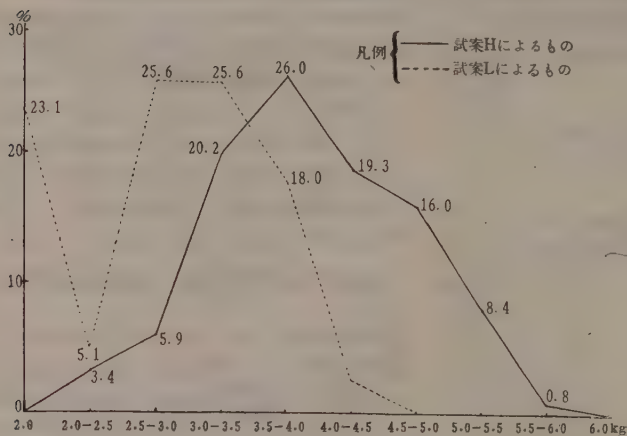
第7図 仔豚の発育曲線 (Yorkshire種)



場合には標準よりやや低く生後20日で発育標準の90%となつたが、試案Hを用いた場合には標準を上廻り生後20日で標準の118%となり、増体量の分布状態を両者比較すると第8図のとおりである。なお、同一母豚より生産された仔豚で試案L、Hによる場合の増体量を比較してみると第22表のとおりで $\frac{H(3.94\text{kg})}{L(2.18\text{kg})} = 182\%$ となり、 $P < 0.001$ で有意差がみとめられる。

a) 産次と仔豚の発育の関係をみると初産の場合において発育はやや劣り、15腹の中初産の場合の3腹の仔豚の生後20日間における平均増体量を第2産以降の場合と比較すると約23%低くなっている。また、仔豚の分娩後20日間の平均増体量が4kg以上のものはすべて第2～6産の場合となつている。

第8図 増体量の分布 (全仔豚頭数中の%で示す)

第22表 同一母豚の試案L・Hによる
仔豚増体量の比較

母豚名号	仔豚番号	分娩後20日間における仔豚の平均増体量	
		試案L	試案H
E23-9号	1	1,290	2,850
	2	1,435	3,125
	3	1,800	3,170
	4	1,075	3,570
	5	2,990	3,900
	6	3,190	4,045
E-3号	1	1,175	3,570
	2	1,640	3,600
	3	2,070	4,220
	4	2,250	4,630
	5	2,350	4,790
	6	2,850	4,870
	7	3,250	4,930
平均		2,182	3,944

b) 泌乳量と仔豚の発育の関係をみると、仔豚の発育が吸乳量によって左右されることは THOMPSON(1931) DONALD(1937) らによつてみとめられており、さらに丹羽・伊藤等(1951)¹³⁾によつて餌付け前の仔豚の発育は吸乳量に比例するが、餌付け後の発育は吸乳量よりもむしろ採食量に左右されることが多いと報ぜられているが、この試験の成績も全くこれと一致し、当初の試案Lによる成績で、生後20日間の仔豚の吸乳量と増体量との間には極めて密接な正の相関関係があり $r = +0.800 \pm 0.058$ ($P < 0.01$) という数値を得た。また、生後3週体重が発育標準に達するには少くも20日間で12kg(1日0.6kg)

の哺乳量が必要なことが判明した。その結果に基づいて泌乳量を増すため生産飼料を約60%増加した試案Hによる試験では、15腹119頭の仔豚中20日間に12kg以上の吸乳をしたものが約80%、増体量が標準(3.15kg)以上のものが約85%となっており、両者の相関係数を求めると $r = +0.676 \pm 0.050$ ($P < 0.01$) となり、確実な正の相関がみとめられる。このように仔豚の生後3週体重と分娩後20日間の吸乳量との間に密接な正の相関が存在することから、逆に生後満20日の仔豚体重によつて母豚の泌乳能力を推定することが可能となる。ドイツでは繁殖豚淘汰の基準を

生後4週目の仔豚体重において DAHLANDER(1932)³⁾ といわれているが、生後20日において餌付けしている現状では、生後3週目体重をもつて種牝豚淘汰の基準としなければならないと考える。この試験の結果からみて、1腹仔豚7~10頭で、母豚に対して飼養標準による飼料を給与した場合、その仔豚の生後満20日の平均体重が4.0kgぐらいを限度として種牝豚淘汰の基準と考えたい。

c) 1腹仔豚数と仔豚の発育の関係についてみると第23表に示すように1腹仔豚数によつて仔豚の発育には大した差はみとめられない。これは母豚に対する給与飼料が仔豚頭数に応じて与えられていることに基因する面もあると考えられる。なお、仔豚の育成率は第15表に示すように22腹183頭の仔豚で94.5%、泌乳検定を行なった15腹128頭では93.0%となっており、1腹仔豚数との関係をみると、1腹仔豚数10頭(2腹)の場合に育成率100%となつている場合を除けば、1腹仔豚数の大になつて育成率がやや低下している。

第23表 1腹仔豚数と仔豚の発育

1腹仔豚数	6頭	7	8	9	10
腹数	4	1	4	4	2
仔豚の30日体重	7.29	9.17	7.11	6.83	6.97

d) 増体重1kg当り吸乳量をみると、餌付け前の満20日間で試案Lの場合は平均4.15kgとなっており、吸乳量13~14kgの場合には3.8kgで最少量となつている。しかし試案Hの場合は平均3.65kg(丹羽・伊藤(1951))、

BARBER, BRANDE AND MICHELL (Unpublished) に近い数値を示す) であるが、吸乳量が大きとなる程 1kg 当り吸乳量は増大している。この L・H 両試案の結果を併せて考えると、結局は吸乳量 11~14kg (日量 0.55~0.70kg) の場合に哺乳の効果が高いといえよう。従つて仔豚の發育は標準に近いことが好ましいといえると思う。なお、生後 20 日間に仔豚体重 1kg 増量するために要した乳量と 1 腹仔豚との関係をみると第 24 表に示すとおりで差異はみとめられない。

e) なお *Berkshire* 種の泌乳曲線と仔豚の發育をみると、*Berkshire* 種の泌乳曲線は前述のように *Yorkshire* 種のそれと異なつた傾向を示し、最高乳量に達するのが *Yorkshire* 種の場合よりおくれ、週別平均泌乳量では *Yorkshire* 種の第 3 週に対して第 5 週となつてゐるが、仔豚の發育でも *Yorkshire* 種と異なり第 25 表に示すよ

第 24 表 1 腹仔豚数別吸乳量と増体量

1 腹仔豚数	腹数	生後 20 日間の仔豚 1 頭当り平均吸乳量 kg	生後 20 日間の仔豚の平均増体量 kg	仔豚体重 1kg 増体に要した乳量 kg
6	4	14.15	3.75	3.78
7	1	15.67	4.71	3.33
8	4	13.83	3.67	3.77
9	4	14.37	3.79	3.79
10	2	14.44	4.11	3.51

うに、*Berkshire* 種の場合は *Yorkshire* 種に比べ哺乳期間の前半では發育が劣り、逆に後半には勝つてゐる。もちろんこれだけの結果から両品種間に本質的な差異が存在するとはいひ切れないので、この点についても今後さらに究明されなければならないと考える。

第 25 表 *Yorkshire* 種と *Berkshire* 種との發育比較

区 分	供試頭数	生 時	10 日	20 日	30 日	40 日	50 日
<i>Yorkshire</i>	15 119	1.15 100	2.95 118	5.08	7.16	9.46	11.70
<i>Berkshire</i>	2 15	1.30	2.80	4.90	7.46	10.53	13.93
<i>Berk York</i>	—	113	95	96	96	111	119

注 括弧内の数字は發育標準を 100 とした場合の指数を示す。

iv) 哺乳中の母豚の体重の変化は前述のように 60 日間で平均 37.7kg (28~48kg) 減耗しており、その減耗量は哺乳期間の進行に伴ひ漸次小となる傾向がある。また、哺乳期間の長い場合は必ずしも体重の減耗が大であるとは限らない。同時に哺乳量の大きいものが必ずしも体重の減耗は大ではない。産次と体重の減耗量との関係についてみると、初産のものは 2 産以降のものに比べやや減耗は大きいようである。その原因は初産豚は体軀が未だ完成しておらないためと考えられる。また次期発情は平均して分娩後 60 日 (41~76 日)、離乳後平均 7.2±1.1 日 (2~16 日) できてゐるが、分娩後日数でみれば哺乳期間の短いもの程早くきてゐる傾向がある。

以上の諸点から妊娠中は増飼として哺乳中体重の減耗に対処する必要があることはいうまでもなく、初産の母豚に対しては哺乳期間中の飼料も 2 産以降のものに比べ増飼の必要があらうと考えられる。

v) 以上、仔付母豚飼養試験の成績について、特に泌

乳量、仔豚の發育、母豚の体重の変化の三者を中心として若干の考察を加えたのであるが、なおこの試験期間中供試飼料には動物性蛋白質を使用しなかつたことから一言補足してみたい。

豚の發育、肥育、繁殖等で魚粉の効果の著しいことはすでに諸氏によつてみとめられ、HOMCAMP (1935) は豚の生体重一定増加量に対し動物性蛋白質は植物性蛋白質よりも少量で足りるといひ、KRONACHER 他は幼豚に対する動物蛋白と植物蛋白の飼養効果比較で、動物蛋白はその 3% までは植物蛋白で支障なく代替できるが、それ以上では食欲不振と増体率の減少をきたすことを報告し、山根等 (1939)¹⁵⁾ は大豆粕、甘藷、甘藷蔓等を用いて仔豚、繁殖牝豚、種牡豚等について飼養試験を行ない、飼料給与標準を示したが、大豆粕で魚粉の代用が可能となる試験結果を報告している。また羽部 (1929)⁷⁾ の試験結果では

イ) 植物性飼料のみで豚を飼養すれば發育若しくは肥

育の場合は往々普通の成績をあげうるが、胎児の發育、産仔の状態、母乳の分泌等は不良である。

ロ) 若しこれに若干の魚粉(混合飼料の10%)を加えると、植物性飼料の欠陥を補ひ結果は良好となると報告されている。われわれはさきに育成豚で動物性蛋白質と植物性蛋白質の効果を比較し、植物性蛋白質でも大豆、薏、米糠など2~3種配合すれば動物性蛋白質に劣らない効果があることをみとめ、この研究報告第2号(1952)⁸⁾に詳細に発表したが、われわれはこの試験のほかすべて育成豚、繁殖牝豚、種牡豚に対し1948年から1954年に至る6カ年間動物性蛋白質を給与せず、植物性蛋白質(大豆、大豆粕に糖類を配合)だけで飼育し、育成豚の發育、肥育は無論、胎児の發育、産仔の状態、母乳の分泌等では良好な結果を得ている。VESTAL(1933)が繁殖育成試験で大豆と血粉の效果に大差をみとめず、またJ.H. ZELLER¹⁶⁾が戦時中動物性蛋白質不足のため、植物性蛋白質の価値について試験を行ない、後者だけでも妊

娠豚に用いうることを確認しているが、われわれの試験成績もこれらの報告とほぼ同様な結果を得たものと考えられる。しかしわれわれとしても動物性蛋白質の効果を否定するものではなく、植物性蛋白質でも大豆、大豆粕と糖類及び無機物の配合がよければ動物性蛋白質の代用をし、豚の發育若しくは肥育ばかりでなく、繁殖豚の仔豚生産の場合でも順当な生産をあげ得るということで、動物性蛋白質を用いればさらに飼養効果は増進されるであろうと推論される。

2) 結 語

この試験の結果に基づいて、われわれの設定した仔付母豚飼養標準試案Hも一応実地に適用し得るものと考えられる。なお、前述の理由により初産の場合は母豚の維持飼料をやや増さなければならぬと考えられるので、維持飼料の30%を増加することとし、第26表に示すような試案を設定した。

第26表 仔付母豚飼養標準
(Tabel 26) (The Feeding Standard for the Brood Sow)

a) 初産の場合 (For the Sow of First farrowing)

母豚体重 (Live weight of the Sow)	7 頭 (7 Sucklings)		8 頭 (8 Sucklings)		9 頭 (9 Sucklings)		10 頭 (10 Sucklings)		11 頭 (11 Sucklings)		12 頭 (12 Sucklings)	
	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V
kg 質												
113 (30)	460 ^g	2,760 ^g	500 ^g	2,980 ^g	550 ^g	3,210 ^g	590 ^g	3,430 ^g	640 ^g	3,650 ^g	680 ^g	3,880 ^g
131 (35)	480	2,950	520	3,170	570	3,400	610	3,620	660	3,840	700	4,070
150 (40)	500	3,150	540	3,370	590	3,600	630	3,820	680	4,040	720	4,270
169 (45)	530	3,350	570	3,570	620	3,800	660	4,020	710	4,240	750	4,470
188 (50)	550	3,540	590	3,760	640	3,990	680	4,210	730	4,430	770	4,660

b) 2産以降の場合 (For the Sow of Subsequent farrowing)

母豚体重 (Live weight of the Sow)	7 頭 (7 Sucklings)		8 頭 (8 Sucklings)		9 頭 (9 Sucklings)		10 頭 (10 Sucklings)		11 頭 (11 Sucklings)		12 頭 (12 Sucklings)	
	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V	P. P	S. V
kg 質												
113 (30)	420 ^g	2,480 ^g	460 ^g	2,700 ^g	510 ^g	2,930 ^g	550 ^g	3,150 ^g	600 ^g	3,370 ^g	640 ^g	3,600 ^g
131 (35)	440	2,630	480	2,850	530	3,080	570	3,300	620	3,520	660	3,750
150 (40)	460	2,780	500	3,000	550	3,230	590	3,450	640	3,670	680	3,900
169 (45)	480	2,930	520	3,150	570	3,380	610	3,600	660	3,820	700	4,050
188 (50)	500	3,080	540	3,300	590	3,530	630	3,750	680	3,970	720	4,200
206 (55)	520	3,230	560	3,450	610	3,680	650	3,900	700	4,120	740	4,350
225 (60)	540	3,380	580	3,600	630	3,830	670	4,050	720	4,270	760	4,500
244 (65)	560	3,530	600	3,750	650	3,980	690	4,200	740	4,420	780	4,650
263 (70)	580	3,680	620	3,900	670	4,130	710	4,350	760	4,570	800	4,800

P. P (Digestible pure protein)

S. V (Kellner's Starch Value)

なお、われわれの試案を諸外国で作られた主なものと比較すると第27表及び第28表のとおりである。

第28表 試案と他の標準との比較
(それぞれの標準に対する試案の割合)

標準名	所要栄養価	
	P. P	S. V
ハンソン	97.1 [%]	70.4 [%]
モリソン	102.1	80.1
アリカーエフ	91.5	79.7

第27表 各種の仔付母豚飼養標準の比較
(母豚体重50貫、仔豚8頭の場合)

標準名	所要栄養価	
	P. P	S. V
ハンソン	556 ^g	4,688 ^g
モリソン ⁵⁾	529	4,121
アリカーエフ ¹⁾	590	4,130
試案	540	3,300

飼養試験を継続した結果、次のものが適用し得るものと考えられる。

成豚体重1kg当り維持飼料

可消化純蛋白質(P.P.) 0.96g……ARMSBYの最少必要量の2倍

澱粉価(S.V) 8.20g……ARMSBYのNet energyより改算

また、繁殖豚の維持飼養標準としては、われわれは1948年から1954年に至る6カ年間多数の供試頭数をもつて

第29表 維持飼養標準試案

体重(貫)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
飼養 P.P (g)	90	110	125	145	160	180	195	215	235	250
標準 S.V (g)	770	925	1,075	1,230	1,385	1,540	1,690	1,845	2,000	2,155

妊娠豚の飼養標準としては、妊娠前期の2カ月は胎児の発育よりみて増飼の必要はみとめられないが、妊娠後期の2カ月間は増飼しなければならず、われわれの6カ年

間の飼養試験の結果、妊娠後期の2カ月間は維持飼料の3割増(初産のものに対しては4割増)が妥当と考えられる。

第30表 妊娠飼養標準試案(妊娠後期2カ月間)

体重(貫)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
初産	P.P (g)	125	150	175	200	225	250	275	300	355
	S.V (g)	1,075	1,290	1,505	1,720	1,935	2,155	2,370	2,585	3,015
2産以降	P.P (g)	115	140	165	185	210	235	255	280	330
	S.V (g)	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,800

5. 摘要

農家養豚の実態調査と内外の文献に基づいて仔付母豚標準を理論的に仮設し、馬鈴薯、玉蜀黍、稗糠、麴、大豆粕などの地域飼料の組合せによつて飼養試験を行ない母豚の泌乳量、仔豚の発育、母豚の体重の変化などの要素を総合的に検討し、分析を進めた。

1) 豚の泌乳量を基礎に飼養標準試案Ⅰを仮設し、9頭の母豚(仔豚61頭)を用い飼養試験を行なつた結果、

i) 仔豚の発育はほぼ標準に近いが(生後20日で標準の90%)、母豚の体重の減耗が大である。

ii) 飼付前の仔豚の発育は吸乳量と正の相関関係を有し、生後3週目に体重が標準以上のものはいずれも生後20日間において12kg以上の吸乳をしている。

iii) 母豚の泌乳量は当初考えた平均日量2.5kgより高いことが判明した。

2) この結果、仔豚1頭に対する生後20日間の哺乳量

が12kgとなり、母豚体重の減少を少なくするよう生産飼料を約60%増加し試案Hを設定し、22頭の母豚(仔豚183頭)を用い飼養試験(乳量の測定15腹、仔豚119頭)を行

区 分	維 持 飼 料	生 産 飼 料	
		7 頭 まで	8 頭 以 上
可消化純蛋白質(P.P)	$0.96g \times \text{母豚体重}(kg)$	$+ 311.9g$	$+ \frac{\text{仔豚数} - 7}{7} \times 311.9g$
澱 粉 価 (S.V)	$8.20g \times \text{母豚体重}(kg)$	$+ 1,559g$	$+ \frac{\text{仔豚数} - 7}{7} \times 1,559g$

ない次のような結果を得た。

i) 分娩後20日間の平均泌乳日量は5.66kg、仔豚1頭当り平均吸乳日量は0.71kgで泌乳量は分娩後2～4週に最高に達し、週別平均泌乳量は第3週に最高になる。また、初産のものは2産のものよりやや少く、3～6産で最高に達する。

ii) 仔豚の生後20日間の増体量は平均3.92kgで、20腹156頭の仔豚の生後60日の平均体重は15.06kgで標準の116%を示した。

iii) 22腹183頭の仔豚の生後60日の育成率は94.5%で良好であった。

iv) 餌付前の仔豚が1kg増体に要した乳量は平均3.65kg(2.57～5.46kg)で、発育は概ね哺乳量の多いもの程良好で生後20日間の吸乳量と増体量との間には正の相関が認められる。しかし餌付け後の発育は哺乳量よりむしろ採食量に影響されることが多い。

v) 従つて、分娩後3週目の仔豚体重を基礎として繁殖牝豚の淘汰基準を設定することが可能で、一応3週体重4.0kgを限度とすることが考えられる。

vi) 哺乳中の母豚体重の減耗は泌乳量の大きいものが必ずしも大であるとは限らず、平均37.7kg(28～47kg)で、分娩直後の体重の21.4%に当り、哺乳期の進行に伴い漸次小となる傾向がある。また、初産のものは2産以降のものに比べてやや減耗が大きいようである。なお、次期発情は平均して分娩後60日(41～76日)離乳後平均7.2±1.1日(2～16日)で認められた。

3) 以上の成績から、われわれの設定した仔付母豚飼養標準試案Hは初産の場合に維持飼料を30%程度増加する必要を考慮し一応実地に適用し得ると考えられる。

引 用 文 献

1) フリカーエフ・ヴェ・ア著(訳)豚の飼い方。昭

和22年。

2) BERGE AND INDREB, T. 1953. Milk production by sows. Anim. Breed. Abst. 22 (4)

3) DAHLANDER G. 1932. Die Zucht des Schweines. Anleit. d. Deutsch. Ges. f. Züchtgsk. (19)

4) DSCHAPARIDSE, D. 1936. Die Milchleistung der Schweine. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 34.

5) HENRY and MORRISON. 1922. Feeds and Feeding.

6) 羽部義孝. 1929. 養豚飼料に関する研究(第1報)畜試報告 24.

7) HAMMOND, J. 1954. Progress in physiology of Farm Animals. 1

8) 川俣・栗原・和島・田中. 1952. 農家向養豚飼養標準に関する研究(第1報). 東北農試研究報告 2

9) 川俣・栗原・和島・辻浦. 1952. 寒冷地畑作地帯における養豚に関する調査. 東北農試研究報告 2

10) 栗原・和島・辻浦. 1952. 仔付母豚の飼養標準に関する研究(第1報)東北農試研究報告 2

11) LALEVIC, D. 1953. Milk production of Morava pigs. Animal Breed. Abst. 22. (4)

12) 成松・原. 1934. 豚乳の研究. 日畜会報 7 (1)

13) 丹羽・伊藤・横山・大塚. 1951. 豚の泌乳に関する研究 I 農枝研究報告(G1)

14) SMITH W.W. 1950. Pork production.

15) 山根・蒔田・佐土原. 1939. 大豆粕養豚飼料化試験 第9報 台湾畜産学会会報 2 (1)

16) ZELLER. Progress in Hog production. The year Book 1943—47.

Résumé

To establish the proper feeding standard and to make up the system of rations for the brood sow, we made experiments with such local crops as potatoes, barn yard millet (bran), corn etc, in the northeast of Japan.

In the preliminary experiment, we postulated the temporary standard (L) after references and tested its validity by feeding trials with 9 litters (61 sucklings.) . The milk yield was measured from the difference of live weight of the pigs measured immediately before and after nursing. Because the milk yield of the sow fed on this standard was too low, the growth of her sucklings was attained only by 90 percent of the growth standard established at Wisconsin Agricultural Experiment Station, U.S.A. The loss of live weight of the nursing sow was extremely large.

Therefore, we devised another standard (H), increased by 60 percent over the production requirements of the temporary one and made futher experiment with 15 middle yorkshire litters (119 sucklings). In this case, we obtained favorable results as follows:

For Maintenance		For Production	
Digestible Pure Protein	$0.96 \times$	Live weight(kg) of brood sow.	$+ 311.9g + \frac{\text{No. of sucklings} - 7}{7} \times 311.9g$ (194.4g)
Kellner's Starch Value	$8.20 \times$	Live weight(kg) of brood sow.	$+ 1,559g + \frac{\text{No. of sucklings} - 7}{7} \times 1,559g$ (972g)

Note: Figure in parenthesis denotes the coefficient in case of the temporary standard.
Expression in brackets denotes the additional requirements in case of nursing eight and more sucklings.

(1) The average daily milk yield for 20 days after farrowing was 5.66kg (3.77~7.61kg). The average amount of milk sucked by a pig per day was 0.71kg (0.55~0.87kg). The daily milk yield showed its maximum between 2 and 4 weeks after farrowing. The milk yield was affected by the constituents and amount of feeds consumed, especially by the amount of protein contained.

(2) The growth of sucklings was superior to the level of Wisconsin standard. The live weight gain for the first 20 days of their lives averaged 3.92kg (2.07~5.78kg) and their live weights at 60 days of age averaged 15.06kg.

(3) Generally speaking, the larger the amount of milk sucked, the better the growth of the pig the amount of milk required for 1 kg gain of body weight of a pig for the first 20 days of its life was 3.65kg (2.57~5.46kg) on the average.

(4) A close correlation ($r=0.676 \pm 0.050$) was found between the amount of milk sucked by a pig and its weight gain for 20 days from birth.

(5) The loss of the weight of the sow during the suckling period (60 days) was 37.7kg (loss ratio 23.9 percent). The first oestrus occurred at 7.2 ± 1.1 days after weaning.

From above facts, it seemed that the feeding standard for the brood sow established in the present study is applicable to the practical use in the northeast district of Japan.

水田裏作の作業技術に関する研究

第1報 労働の場としての畦について

涌井 学・高橋 幸蔵・池田 一朝
月舘 鉄夫・金田一 禎造

Studies on the cultivating system of winter
cropping on paddy fields.

I On the function of ridges in case of working grounds.

Manabu WAKUI, Kōzō TAKAHASHI, Kazutomo IKEDA,
Tetsuo TSUKIDATE and Teizō KINDAICHI.

は し が き

保水性を旨とする裏作水田耕土を、排水性を重んずる裏作に転換する契機は、耕地処理作業技術的には、畦作りによつて得られる。

ここで“畦”という術語は、その高さや巾を問わず、広義に用いる。従つて、いわゆる平畦も含まれる。

畦の一次的外貌である高さや巾は、排水の良否や土量の多少などを通じて作物生育に関与し、又凹凸の多少を通じて労働の難易に影響する。畦面の形状は、その整齐度によつて作業能率を左右するばかりでなく、作業精度を通じて作物の生育にも関係が深い。更に、畦の内部構造である土塊構成の状態は、根群の生育に密接な関係のあることはいまでもないが、畦全体の膨軟度を通じて、これまた労働の難易にひびく。このように、畦の諸形質は、その機能から見れば、労働の場及び作物生育の場という二面に大別できよう。

積雪寒冷地帯の裏作々業技術には、収量の安定と労働の節約とが、併せてきびしく要求される。われわれの研究は、その重点を“畦作り”におき、畦の機能を、労働と作物生育の両面から明らかにすることによつて、水田裏作における農機具利用技術と栽培技術との統一を図ろうとした。第1報では、労働の場としての畦の機能についての解析を主として報告する。

この研究は昭和29年秋から始められ、主な部分は32年夏を以て終了した。研究開始以来、指導と援助を与えられた岩崎農業経営部長及び八柳栽培第二部長に、深甚の謝意を表したい。

なお、ここに報告した諸実験のうち、Iは涌井、II及びIVは高橋・金田一、IIIは池田が、それぞれ主として担当した。研究の企画及び報文取りまとめの責任は涌井にある。

実験I 畦立方法が後続作業の質に及ぼす影響について

1. 実験の目的

水田裏作における作業の量を扱つた研究成果は多いが、作業を質的に解析したものは、これ迄にはほとんど見られない。この実験では、作付時の耕起畦立方法が、以後の整地・播種・管理等の各作業工程に与える質的影響を比較追跡し、省力作業体系を組立てる基礎資料を得ようとした。

2. 実験の方法

- 1) 圃場条件 当場盛岡試験地の排水良好な壤土水田で、水稻農林16号を並木植栽培した跡地を使用した。
- 2) 供試作物及び栽培法 岩手大麦3号を用い、一般的な耕種方法は、試験地の基準によつた。
- 3) 試験区別及び規模 表のような5区1連制とし、碎土の精粗と覆土方法によつて、各区をそれぞれ4分した。1区面積は35坪である。
- 4) 作業の経過及び方法 第1表の通り
- 5) 主要計測器具 K II型牽引動力計・自記握力計（自製）・P51型土壤硬度計・労研式ガス代謝測定装置・秒時計・バネ秤等

番 号	耕 起 用 具	畦 巾	播 巾	1 畦 条 数	碎 土 程 度	覆 土 方 法		
						共	土	堆 肥
1 F M	普 通 犁	5.2	8	2	精粗	1	〇	〇
1 R M S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
1 F S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
1 R S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
2 F M	二 段 耕 犁	"	"	"	精粗	1	〇	〇
2 R M S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
2 F S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
2 R S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
3 F M	カ ル チ ベ ー タ	2.6	"	1	精粗	1	〇	〇
3 R M S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
3 F S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
3 R S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
4 F M	ロータリ型耕転機	5.2	"	2	精粗	1	〇	〇
4 R M S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
4 F S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
4 R S	"	"	"	"	精粗	1	〇	〇
5 F M	"	平 畦	"	1	精粗	1	〇	〇
5 R M S	"	"	"	1	精粗	1	〇	〇
5 F S	"	"	"	1	精粗	1	〇	〇
5 R S	"	"	"	1	精粗	1	〇	〇

(註) 5区は平面耕, 条間2.6尺の等巾

第 1 表 作 業 の 経 過 と そ の 方 法

区 別	作 業 時 期	耕 起	碎 土	溝 浚	作 条	播 種	覆 土	盲 除 草	中 耕	刈 取	刈 取 後 耕	跡 起
		3/X	6/X	6/X	6/X	6/X	6/X	25/X	1/XI 13/IV	20/VI		
1 F M	普通単用犁, 犁割	翼状	4	カルチベータ	カルチベータ	カルチベータ	手	カルチベータ	カルチベータ	鎌	ブラウ	
1 R M	8カラ, 犁寄せ	10	4	カルチベータ	カルチベータ	カルチベータ	手	カルチベータ	カルチベータ	鎌	ブラウ	
1 F S	カラ, 溝仕上げ	2	6	(大培土板)	(作条器)	(播種機を2連装着)	カルチベータ(レーキ)	(ワイヤー)	(中耕爪)			
1 R S	カラ	4	4				"	(ワイヤー)	(中耕爪)			
2 F M	単用2段耕犁	4	同	上	上	上	手	同	上	上	上	上
2 R M	数は1区と同じ	4					"					
2 F S		4					カルチベータ(レーキ)					
2 R S		3					"					
3 F M	カルチベータ	3	同	上	上	上	手	同	上	上	上	上
3 R M	(中耕爪)で隔畦に攪	2					"					
3 F S	土耕2回, カルチベータ(培土板)で畦立耕2	3					カルチベータ(レーキ)					
3 R S		2					"					
4 F M	ハンドトラクタ	3	同	上	上	上	手	同	上	上	上	上
4 R M	(ロータリ装置)で平	2					"					
4 F S	面耕2行程畦立耕	3					カルチベータ(レーキ)					
4 R S	1行程で所定の畦巾に畦立	2					"					
5 F M	ハンドトラクタ	3	同	上	上	上	手	同	上	上	上	上
5 R M	(ロータリ装置)で平	2					"					
5 F S	面耕	3					カルチベータ(レーキ)					
5 R S		2					"					

(註) 19/XI セレサン石灰撒布, 26/V 硫黄粉剤撒布

3. 実験の結果

1) 耕起直後の畦の性状とその時期的変化

i) 畦型 垂線法によつて求めた各区の畦の垂直横断面図から、底辺の長さに対する畦面曲線の長さの比を求めると、1区1.34、2区1.23、3区1.42、4区1.16、5区1.19となる。従つて地表面粗度は、畦巾の狭いカルチベータ（以下カルチと略称する）簡易耕起を行つた3

区が最大で、耕耘機耕の4、5区が小さい。犁耕した1、2区間では、二段耕犁を使つた2区の方が平坦に近い。

ii) 畦の高さ 第2表のように、犁耕畦は、畦頂が高いが、1、2区を比べると、二段耕犁の方が、畦面が平らで、肩の張つた畦ができる。また、3区は地表面粗度は最大であるが、畦の上面は、表の標準偏差の絶対値が示す通り、犁耕された1区よりもはるかに平坦である。

第2表 耕起直後の畦の性状

区 別	畦 の 高 さ		膨 土 率	畦内土塊の平均一重量一直径		
	頂面の平均高さ	畦全体の平均高さ		上 層	下 層	平 均
1	27.3 ± 6.3 ^{cm}	17.3 ^{cm}	0.238	8.87	5.98	7.43
2	23.6 ± 2.5	17.5	0.248	8.87	5.54	7.21
3	22.8 ± 2.5	15.0	0.071	5.77	∞	—
4	19.9 ± 0.9	15.6	0.127	5.33	3.19	4.26
5	± 3.1	—	—	6.92	3.00	4.96

(註) 畦の高さは、畦断面積を底辺の長さで割つて求めた。頂面の平均高さは、畦頂部を含まない。

iii) 1、2区は4区よりも、土塊間空隙が大きいため、膨土率が高い。反対に、3区は、畦の下層部に不耕起の部分があるために膨土率は最も低い。

iv) 畦内土塊構成 篩別した土塊の階級別重量百分率の累積曲線図（第2報参照）から、各区の畦内土塊の平

均一重量一直径を求めた。この値は第2表の通り、4及び5区が1～2区よりも小さいことは当然ながら、畜力を使つた中でも3区の上層部が、耕耘機を用いた4～5区に近い程度に細砕されていることは注目し値する。

第3表 畦の性状の時期的変化

項 目		畦頂面の平均高さ (cm)				畦全体の平均高さ (cm)				膨 土 率 (%)			
区		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
月 日													
10.	3	27.3 (100)	23.6 (100)	22.8 (100)	19.9 (100)	17.3 (100)	17.5 (100)	15.0 (100)	15.6 (100)	123.8 (100)	124.8 (100)	112.5 (100)	112.7 (100)
10.	18	23.2 (84.9)	20.9 (88.5)	19.3 (84.6)	12.5 (62.8)	17.6 (101.7)	15.4 (88.0)	13.2 (88.0)	10.0 (64.1)	126.7 (102.3)	117.4 (94.1)	110.2 (97.9)	111.4 (98.8)
11.	1	20.7 (75.8)	19.9 (84.3)	18.8 (82.4)	15.5 (77.9)	16.6 (95.9)	16.4 (93.7)	11.7 (78.0)	11.6 (74.4)	116.0 (93.7)	118.1 (94.6)	94.6 (84.1)	116.1 (103.0)
11.	17	20.7 (75.8)	20.7 (87.7)	20.8 (91.2)	16.0 (80.4)	15.1 (87.3)	15.9 (90.9)	13.1 (87.3)	8.0 (51.3)	108.0 (87.2)	113.5 (90.9)	109.1 (96.9)	121.6 (107.8)
12.	1	21.9 (80.2)	19.1 (76.1)	19.2 (84.2)	15.7 (78.9)	15.8 (91.3)	14.8 (84.6)	12.4 (82.6)	11.9 (76.3)	113.3 (91.5)	114.1 (91.4)	103.4 (91.9)	119.0 (105.5)
4.	1	18.9 (69.2)	20.7 (87.7)	16.4 (71.9)	14.5 (72.9)	15.9 (91.9)	14.7 (84.0)	12.4 (82.6)	10.5 (67.3)	105.1 (84.9)	121.7 (97.5)	92.4 (82.1)	105.1 (93.3)

v) 畦の性状の時期的変化 第3表のように、一般に土塊の平均一重量一直径の小さい区は、畦全体の沈下が大きい。ただし、1区の頂高の減少が最も甚しいのは、

耕起時の凹凸が第2表のように大きかつたのが、時日の経過とともに諸作業の影響も加わつて次第に平坦化したためである。

第4表 砕土作業の難易

区別	砕土回数	率 引 抵 抗				秒速	1行程反当		反当所要平均牽引		$A \times B \sum (A \times B)$ 同指数
		全抵抗	同指数	標準偏差	同指数		所要時間	行程数	時間 (A)	馬力 (B)	
1	1	46.2	100	± 33.5	100	0.65	83.9	11.5	965	0.41	395.7
	2	48.2	104.3	± 33.0	98.1	0.65	83.9	11.5	965	0.42	405.3
	3	46.0	99.6	± 28.0	77.5	0.71	76.8	11.5	883	0.44	388.5
	4	53.5	115.8	± 26.5	71.2	0.70	77.9	11.5	896	0.50	448.0
	5	45.2	97.8	± 31.5	91.4	0.76	71.3	11.5	820	0.46	377.2
	6	49.0	107.4	± 32.5	95.8	0.76	71.3	11.5	820	0.50	410.0
	平均	(48.1)	(100.0)	(± 30.8)	(100.0)						
2	1	48.0	100	± 28.0	100	0.65	83.9	11.5	965	0.42	405.3
	2	50.0	104.2	± 28.5	100.5	0.72	75.7	11.5	871	0.48	418.1
	3	48.7	101.5	± 26.0	91.0	0.71	76.8	11.5	883	0.46	406.2
	4	18.6	38.8	± 30.5	110.2	0.70	77.9	11.5	896	0.17	152.3
	(平均)	(41.3)	(85.9)	(± 28.2)	(88.1)						
3	1	37.0	100	± 26.0	100	0.71	76.8	11.5	883	0.35	309.1
	2	36.3	98.1	± 16.0	43.8	0.67	81.4	11.5	936	0.32	299.5
	3	36.0	97.3	± 19.5	62.9	0.71	76.8	11.5	883	0.34	300.2
	(平均)	(36.4)	(75.7)	(± 20.5)	(54.1)						
4	1	48.0	100	± 25.5	100	0.59	92.4	11.5	1063	0.38	403.9
	2	47.0	97.9	± 24.0	91.1	0.71	76.8	11.5	883	0.45	397.4
	3	48.5	101.0	± 25.0	98.1	0.71	76.8	11.5	883	0.46	406.2
	(平均)	(47.8)	(99.4)	(± 24.8)	(73.9)						
5	1	29.7	100	± 21.0	100	0.76	71.3	20.2	1440	0.30	432.0
	2	27.0	90.9	± 29.0	162.3	0.76	71.3	20.2	1440	0.27	388.0
	3	29.4	98.9	± 30.0	161.5	0.83	65.7	20.2	1327	0.33	437.9
	(平均)	(28.7)	(59.7)	(± 26.6)	(81.3)						

(註) 1. 指数のうち () 内の値は、1区を100とする各区の平均値の比較。

2. 1行程所要時間 = $54.54m \div$ 秒速。

3. 行程数 = $18.18m \div$ 砕土機作用巾。

4. 反当所要時間 = 1行程所要時間 \times 行程数 (1反を10間 \times 30間の区画とし、枕地旋回を無視して算出)。

5. 偏差の絶対値は、いずれも蓋然誤差の絶対値の4倍あり、有意である。以下の諸表も同様。

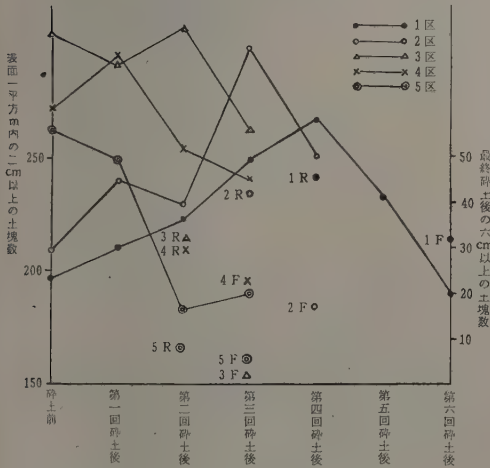
2) 砕土作業の難易

砕土作業の難易を、砕土機牽引抵抗及びその変動・反当仕事量及び表面砕土の精度によつて比較した。3区は砕土回数が進むにつれて抵抗もそのふれも漸減傾向を示

すが、他の区、特に1・2区はその傾向が見られない。これは、犁耕区では、砕土に従つてかなり大きな土塊数が一時急増するためであろう。また、3区の仕事量が、犁耕区よりは勿論、耕耘機耕区よりも少ないことは注目

してよい。なお、抵抗の変動は Dynamo-Graph の最高点及び最低点から順次5点ずつ計10点求めた測定値の標準偏差である。(第4表・第1図)

第1図 畦表面の砕土状態の推移



3) 溝浚作業

砕土と逆に、溝浚作業は、1区が最も容易で3区がこれに次ぐ。この作業の難易は、主として耕起畦立時における溝開きの広狭によることが多いようである。(第5表)

第5表 溝浚作業の難易

区別		牽引抵抗		平均牽引馬力
		平均	標準偏差	
1	F	46.0	± 60.0	0.58
1	R	50.0	± 68.0	0.62
(平均)		(48.0)	(± 64.0)	(0.60)
2	F	56.0	± 67.0	0.68
2	R	58.5	± 80.0	0.73
(平均)		(57.3)	(± 73.5)	(0.71)
3	F	54.0	± 78.0	0.63
3	R	52.0	± 75.0	0.65
(平均)		(53.0)	(± 76.5)	(0.64)
4	F	53.0	± 81.0	0.67
4	R	63.0	± 82.0	0.84
(平均)		(58.0)	(± 81.5)	(0.76)
5	F	—	—	—
5	R	—	—	—

4) 作条作業

砕土・溝浚作業と同様に、牽引抵抗に関する諸指標の他に、カルチのハンドル保持に必要な力を、写真のような自記握力計(容量60kg)を自製して測り、機体の進行中における安定度を推測比較する指標とした。(第6表・第2図)

第6表 作条作業の難易

区別	砕土	牽引抵抗			平均牽引馬力	同指数	ハンドル握力		
		全抵抗	同指数	標準偏差			平均	同指数	最大
1	F	36.2	100	± 48.0	0.24	100	6.20	100	13.98
	R	40.0	110	± 58.5	0.29	121	6.33	102	19.74
	(平均)	(38.1)	(100)	(± 53.3)	(0.27)	(100)	(6.27)	(100)	(16.86)
2	F	34.0	100	± 44.2	0.29	100	1.35	100	4.02
	R	36.0	106	± 59.0	0.28	96	4.44	329	6.63
	(平均)	(35.0)	(92)	(± 51.6)	(0.29)	(107)	(2.89)	(46)	(5.33)
3	F	36.0	100	± 39.0	0.40	100	3.65	100	10.40
	R	36.0	100	± 52.5	0.44	110	5.26	144	10.72
	(平均)	(36.0)	(94)	(± 45.8)	(0.42)	(155)	(4.46)	(71)	(10.56)
4	F	41.7	100	± 60.0	0.47	100	4.62	100	9.78
	R	44.0	105	± 61.5	0.47	100	4.79	104	13.13
	(平均)	(42.8)	(112)	(± 60.8)	(0.47)	(174)	(4.71)	(75)	(11.46)
5	F	38.0	100	± 58.0	0.39	100	2.01	100	6.62
	R	38.3	101	± 44.8	0.42	108	2.17	108	8.12
	(平均)	(38.2)	(100)	(± 51.4)	(0.41)	(152)	(2.09)	(33)	(7.37)

(注) 1. 指数は、各区内の砕土精粗別の比較を示す。ただし、() 内の値は、区間の比較を示す。

2. ハンドル握力は、左右の合計。

第2図 自記握力計



なお、作業後の播床の平坦度も調査した。第7表の通り、3区は非常に凹凸が少ない。

一般に2区及び3区はこの作業が容易で、特に3区は作業精度も極めて高い、耕耘機耕された4・5区は、土壌の膨軟性がわざわいて、カルチの作条器が穿入しすぎる欠点がある。

5) 播種及び覆土作業

両作業とも、牽引抵抗は1区が最大で、他区の間には大差がない。抵抗の変動は、畜力区の方が大きい。また、各区を通じて、砕土回数の多かった畦は作業が容易である。(第8表)

第7表 播床の平坦度

区別	砕土	精粗	指数
1	F	$\pm 1.83^{cm}$	100
	R	± 3.22	175.9
	(平均)	(± 2.52)	(100)
2	F	± 1.56	100
	R	± 1.75	112.1
	(平均)	(± 1.65)	(65.5)
3	F	± 0.06	100
	R	± 0.06	100
	(平均)	(± 0.06)	(2.4)
4	F	± 1.11	100
	R	± 1.45	131.5
	(平均)	(± 1.28)	(50.7)
5	F	± 1.18	100
	R	± 1.49	123.7
	(平均)	(± 1.33)	(52.7)

(註) 播床の縦方向に張つた2mの水平基準線から5cmおきに下した40本の垂線の長さの標準偏差。

第8表 播種及び覆土作業の難易

区別	砕土	播種			覆土			土		
		平均牽引抵抗	同指数	最低大抗	平均牽引抵抗	同指数	同標準差	同指数	平均牽力	同指数
1	F	9.5	100	20	25.3	100	± 36.0	100	0.24	100
	R	12.0	126.3	25	27.7	109.5	± 36.5	101.4	0.28	116.6
	(平均)	(10.7)	(100)	(22.5)	(26.5)	(100)	(± 36.3)	(100)	(0.26)	(100)
2	F	9.0	100	20	21.0	100	± 44.0	100	0.24	100
	R	10.5	116.6	20	23.5	111.9	± 56.5	128.4	0.24	100
	(平均)	(9.7)	(84.1)	(20)	(22.2)	(83.8)	(± 50.3)	(138.5)	(0.24)	(92.3)
3	F	10.0	100	20	22.0	100	± 42.0	100	0.21	100
	R	11.0	110	25	20.2	91.8	± 43.5	103.5	0.22	104.7
	(平均)	(10.5)	(98.1)	(22.5)	(21.1)	(79.6)	(± 42.8)	(117.9)	(0.21)	(80.7)
4	F	10.0	100	20	21.1	100	± 24.0	100	0.25	100
	R	11.5	115	20	22.5	106.6	± 26.5	110.4	0.25	100
	(平均)	(10.7)	(107)	(20)	(21.8)	(82.2)	(± 25.3)	(69.6)	(0.25)	(96.1)
5	F	8.0	100	15	22.0	100	± 26.0	100	0.24	100
	R	8.5	106.3	15	21.5	97.7	± 31.0	119.2	0.29	120.8
	(平均)	(8.2)	(76.6)	(15)	(21.7)	(81.9)	(± 28.5)	(78.5)	(0.26)	(100.0)

(註) 1. 播種の牽引抵抗は Spring balance によって測定。

2. 覆土の牽引抵抗は Dynamo-meter によって測定。

播種後1週目の発芽率によつて共土覆土の作業精度を比べると、3区は特にすぐれている。(第9表)ただし、堆肥覆土を行う場合は、逆に3区は質・量ともに最大の労働を要する。(第10表)一般に堆肥を条施する場合、畦溝を歩くよりも畦面を歩く方が作業強度が低くなる。従つて、3区のように専ら溝歩きによる区は、反当消費エ

ネルギーが増す欠点がある。

しかし、覆土という観点を離れ、堆肥施用の立場から見れば、耕起前に全面散布することが最も有利である。全面散布は、条施に比べて腕の運動範囲が大きいため、作業強度は高いが、作業能率と反当消費エネルギーの両面において、非常に省力的である。

第9表 発 芽 率

区 別	碎 土	発 芽 率	指 数
1	F	63.9	100
	R	63.0	98.5
	(平 均)	(63.5)	(100)
2	F	61.1	100
	R	56.0	91.6
	(平 均)	(58.6)	(92.3)
3	F	82.3	100
	R	84.8	103
	(平 均)	(83.5)	(131.4)
4	F	61.9	100
	R	85.9	138.7
	(平 均)	(73.9)	(116.3)
5	F	65.9	100
	R	63.6	96.5
	(平 均)	(64.7)	(101.8)

(註) 1. 10月13日調査

2. 各区とも30cm間5カ所を調査(但し、堆肥覆土区を除く)

第10表 堆 肥 施 用 労 働 の 比 較

区 別	碎 土	施用方法	歩行場所	反 当 歩 数	反 当 時 間	R. M. R	反 当 消 費 エ ネ ル ギ ー	同 指 数
1~5	F, R	全 面	田 面	4,949 ^歩	3.19.00	3.1	756 ^{Cal}	100
1	F	条 施	溝	12,456	9.43.35	1.0	1,096	145
	R	"	畦	10,795	7.41.20	1.3	1,006	133
2	F	"	"	10,380	8.27.28	1.9	1,378	182
3	F	"	溝	14,809	12.50.25	2.0	2,187	289
4	R	"	"	11,487	10.22.48	1.5	1,502	199
5	F	"	平 畦	10,241	9.55.07	1.2	1,292	171

(註) 全面散布は、耕起前施用。条施は播種後覆土代用として行つた。

第3図 堆肥施用のエネルギー代謝測定

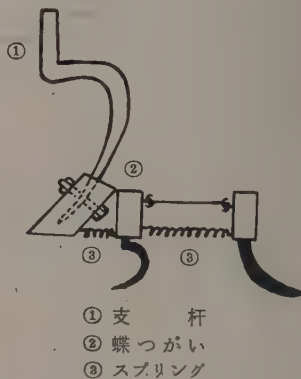


6) 条内除草作業

作条間または畦間の雑草の物理的防除は、比較的機械化が容易であるが、条内除草には莫大な手労働が残っているので、第4図のようなカルチ用めくら除草器（ワイヤ・ウィーダ）を考案し、その作業精度を比較した。除草効果を抜取法で調べた関係で、雑草調査個所が除草前後で異なるから、雑草死滅率に同じ区内の偏差が大き

いし、またかなり強い作業を行つた結果、麦損傷率が高いきらいもあるが、3～5区は比較的除草効果が大きい。反対に、犁耕区ことに1区は、土塊が粗大なため、ウィーダによる表土攪拌は、土塊の移動・分解を通じて、雑草の新たな発生を促し、めくら除草作業は負の効果をもたらした。また、麦の損傷も甚しかつた。（第11表）

第4図 試作したワイヤ・ウィーダ



第11表 めくら除草の作業精度

区別	砕 土 覆 土		雑 草 死 滅 率 (%)				麦 損 傷 率 (%)			
			畦 別	覆土別	砕土別	区 別	畦 別	覆土別	砕土別	区 別
1	F	M	- 5.0				26.0			
	R	M	40.0	17.5	-33.5	-44.3	14.0	20.0	22.0	37.0
	F	S	- 62.0		-55.0		18.0		58.0	
	R	S	-150.0	-106.0			90.0	54.0		
2	F	M	33.0				15.0			
	R	M	-24.0	4.5	-33.0	-4.5	27.0	21.0	12.0	15.5
	F	S	33.0		-42.0		9.0		19.0	
	R	S	-60.0	-13.5			11.0	10.0		
3	F	M	65.0				19.0			
	R	M	0.0	32.5	47.5	35.5	10.0	14.5	15.0	17.3
	F	S	30.0		23.5		11.0		19.5	
	R	S	47.0	38.5			29.0	20.0		
4	F	M	-58.0				16.0			
	R	M	50.0	-4.0	-19.0	4.7	4.7	10.4	15.0	8.8
	F	S	20.0		28.5		13.0		3.1	
	R	S	7.0	13.5			14.0	7.2		
5	F	M	43.0				11.0			
	R	M	7.0	25.0	58.0	43.2	13.0	12.0	10.3	9.4
	F	S	73.0		28.5		9.7		8.5	
	R	S	50.0	61.5			3.9	6.8		

(註) 各畦とも30cm間5カ所の平均値。

7) 中耕作業

作業機の牽引抵抗においても、その変動においても3区は他の区より大きい。しかし、使用者に与える作業機使用中の安定感を握力によつて比べると、3区は最もすぐれている。これに対して1区は作業機ハンドルの平均握力が特に大きい。(第12表)

3区では、中耕爪の作用位置は、第13表のように平坦であるが、耕土を浚つた跡の堅い層である。また、デスク刃の作用位置は、稲刈株の残存している畦下層末耕部に当る。そのために牽引仕事量が大きくなったものであろう。一方、1・2区は、中耕位置の凹凸が大きいく、従つて機体保持に握力を多く要したものと思われる。

第12表 中 耕 作 業 の 難 易






区別	碎土	中耕場所	牽引速度 m/s	平均抵抗 kg	同指数	抵抗の 標準偏差 kg	同指数	平均馬力 HP	同指数	平均握力 kg	同指数	反当 仕事量 HPS
1	F	畦	0.95	22.0	100	±43	100	0.28	100	3.4	100	470.1
		溝	0.99	33.8	154	±56	130	0.45	161	—	—	
	R	畦	0.88	25.5	116	±51	119	0.30	107	8.4	247	499.6
		溝	0.82	34.0	159	±50	116	0.37	132	—	—	
	(平均)			(28.8)	(100)	(±50)	(100)	(0.35)	(100)	(5.9)	(100)	(483.4)
2	F	畦	1.02	19.8	100	±39	100	0.27	100	2.0	100	430.0
		溝	0.95	31.5	159	±45	115	0.40	148	—	—	
	R	畦	0.94	23.0	116	±47	121	0.29	107	2.4	120	454.8
		溝	1.03	31.5	159	±54	138	0.43	159	—	—	
	(平均)			(26.4)	(92)	(±46.2)	(92)	(0.35)	(100)	(2.2)	(37)	(442.4)
3	F	溝	0.91	41.0	100	±55	100	0.49	100	0.6	100	675.2
	R	溝	1.00	52.0	107	±58	105	0.69	141	1.0	167	865.3
	(平均)			(46.5)	(161)	(±56.5)	(113)	(0.59)	(168)	(0.8)	(14)	(770.2)
4	F	畦	0.94	19.0	100	±39	100	0.24	100	2.2	100	426.9
		溝	0.87	31.5	166	±56	143	0.37	154	—	—	
	R	畦	1.08	13.0	68	±36	92	0.35	146	1.8	82	506.4
		溝	0.89	36.0	189	±46	118	0.43	179	—	—	
	(平均)			(24.9)	(86)	(±44.2)	(88)	(0.35)	(100)	(2.0)	(34)	(466.7)
5	F	平畦	0.91	29.0	100	±54	100	0.35	100	0.8	100	482.3
	R	平畦	0.99	25.0	86	±46	95	0.33	95	1.6	200	418.1
	(平均)			(27.0)	(96)	(±50)	(100)	(0.34)	(97)	(1.2)	(20)	(450.2)

(註) 1. カルチベータの前後位に中耕爪、中位にデスク刃を内向に装着。平均耕深3cm。

2. 握力は左右の合計。

3. 反当仕事量は、平均馬力×反当所要時間の総和。ただし枕地を考へない。圃場区画は、10間×30間とする。

第13表 中耕位置の平坦度

区別	砕土	凹凸	同指数	測定位置
1	F	± 1.86	100	
	R	± 1.76	94.6	
	(平均)	(± 1.80)	(100)	
2	F	± 2.28	100	
	R	± 1.36	59.6	
	(平均)	(± 1.82)	(101.1)	
3	F	± 0.97	100	
	R	± 0.72	74.2	
	(平均)	(± 0.85)	(47.2)	
4	F	± 1.02	100	
	R	± 1.74	170.5	
	(平均)	(± 1.38)	(76.6)	
5	F	± 1.29	100	
	R	± 1.67	125.5	
	(平均)	(± 1.48)	(82.2)	

(註) 畦の方向に水平基準線を張り、それから畦面に下した40本の垂線の長さの標準偏差。

8) 刈取作業

刈取作業の難易の間接的指標として成熟期の倒伏を見ると、4区は最も多く、1・2区がこれに次ぎ、一方3・5区は非常に少なかった。試みに稈の挫折抵抗を見ると、3・5区のこの値が大きい。(第14表) 1・2・

第14表 成熟期の稈の強さ

区別	平均挫折抵抗	稈の太さ	単位断面積当挫折抵抗
	g	cm ²	g/cm ²
1	335.0	0.127	2,637.8
2	335.8	0.144	2,331.9
3	360.2	0.145	2,484.1
4	276.0	0.137	2,014.6
5	389.2	0.131	2,970.9

(註) 測定部位は先端から第4節間、6月22日測定。

4区が1種の寄せ畦の栽植様式をとっているのに対し、3・5区は条間が等間隔配置であるために、稈基部の通風採光の良否が、倒伏の多小にもひびいたのであろうか。

9) 刈取後の水田化作業

畦崩しにおける牽引仕事量は3区が最少で1区がこれに次ぐ。比抵抗の大きさは、3区以外は、耕起時土壌硬度と同じ順位である。3区の比抵抗がやや例外的な値を示したのは、他区では条間で測定されたのに対し、麦刈株位置で測定が行われたためであろう。(第15表)

耕起後の土塊の大きさは、第16表の通りで、2・4・5区の砕土状態が良好である。3区の土塊が大きいのは、畦下層に未耕部があつたからである。この平均一重量一直径の大小は、代かき作業の難易をうかがう間接的指標と考えてよからう。

第15表 麦刈取後の耕起作業の難易

区別	平均牽引抵抗	比抵抗	秒速	平均馬力	平均反当仕事量	同指数	耕起前土壌硬度
	kg	g	m	HP	IP S		kg
1	68	101.1	0.96	0.87	1831	100	3.92
2	78	120.3	1.15	1.19	2747	150	4.15
3	88	180.4	0.85	0.99	1569	86	3.69
4	74	187.9	1.06	0.99	3347	183	5.30
5	70	197.9	0.74	0.69	2551	139	7.00

(註) 1. 9吋再墾プラウを用い、畦中央部(5区は作条間の中央部)で測定。

2. 反当仕事量は、耕巾23cm(≒9吋)、耕深18cm(≒7吋)、秒速1mで、10間×30間の圃場の畦崩しを行つたものとして算出。ただし、畦数は1・2・4区は12本、3区は24本、1畦当り壛数は、1・2・4区はそれぞれ7壛、3区は2壛、5区は総壛数を78壛とする。

10) 収 量

平畦栽培された5区の収量が特に劣つたが、他の区間には大差なかつた。(第17表)

第16表

麦刈跡耕起後の
土壌の大きさ

区別	平均重量-直径
1	9.14
2	6.06
3	10.08
4	6.48
5	6.26

第17表 収 量

区別	反 収	精 麦 1升重	精 麦 千粒重
1	2.87	244	30.3
2	2.51	244	30.8
3	2.75	244	31.3
4	2.79	243	31.0
5	1.76	244	29.2

4. 考 察

1) 全作業過程における各種畦立耕法の比較

以上、個別作業工程別に見て来た、各種畦立耕法が以後の作業の難易に及ぼす影響を、総括して比較する。

今、砕土以後の作業工程ごとに、各区の測定値の絶対値が、他区のそれとの間に5%以上の差異がある場合に、それらの区間に作業の難易差が存在するものとして、測定した指標ごとに順位をつけ、1位に5点、2位に4点、以下順位の下のにつれて1点づつ減じて評価を与えた。その集計結果を第18表に示す。

第18表 作業の難易から見た順位

区別	順 位					総点	総合 順位
	1	2	3	4	5		
1	5	5	9	6	10	94	5
2	5	8	7	12	3	105	4
3	12	7	8	2	6	122	2
4	9	6	7	5	8	108	3
5	15	8	9	1	2	138	1

これによると、砕土以後の作業を総合して、5区が最も作業が容易であり、以下3・4・2・1区の順に作業が困難になる。ただ、5区は完全な平畦栽培であり、従つて溝浚作業を行っていないので、これを評価から除けば、3区との間に優劣は認められない。即ち、厳密な意味での畦立耕を行う限りにおいては、試験区の中ではカルチベーターによる簡易耕起畦は、後続作業が最も容易であるといえよう。しかも、この方法は、砕土以後の諸作業にも、ほとんどカルチベーターを一貫して利用できる点に特徴がある。

2) カルチベーター一貫作業による水田稷作麦栽培の有利性

カルチベーターによつて簡易耕起と畦立てを行い、更に以後管理作業迄もカルチベーターを一貫利用する稷作麦栽培法は、稷作畦立耕法の典型とされてきた、犁一翼状碎土機一溝浚機の組合せ法に比べて、非常に省力的であり、特に秋の農繁期労力節減の効果が大きいこと、そして普通の乾田では、収量においても、犁耕畦立法に比べて遜色がないことは、これ迄の各試験研究機関の成績²⁾に報告されている。

われわれは、この実験で畦立耕法が以後の諸作業に及ぼす影響を、主として牽引動力源と作業者に与える質的影響によつて比較を試みたが、やはりカルチベーター一貫作業の有利性が明らかに認められた。

この方法は、以上のように作業の量的並に質的な有利性をもつだけでなく、作業技術一般から見て次のような利点をもつと考えられる。

i) 原動力に対する適応性 この実験で用いたカルチベーターの牽引動力源は役馬であつたが、これを内燃機関搭載動力源にかえることは、最近における小型トラクタの改良とその普及状況からみて、極めて容易であるばかりでなく、畜力から機械動力への発展は、作業機であるカルチベーターの操縦性を、著しく向上させる可能性をもたらす。

ii) 作業の種類に対する適応性 さきにも少しふれたように、カルチベーターは、附属作業部品の種類が多い上に、その選択範囲も広いので、各種の作業に対して、利用性が高い。このような汎用性は、今後新しい作業部品(例えば、播種・施肥装置)の考案によつて、より高められる可能性がある。

iii) 作業体系に対する適応性 この耕法は、表作水稻が並木植の場合、特に実施し易い。水稻の並木植も、水稻それ自体の機械化栽培の有力な契機である。従つて、表裏作を通じての省力化が行われ易い。

iv) 土壌条件に対する適応性 畦の内部構造、ことにその土壌構成が、作物の生育を支配する一つの重要な因子であることは、第2報で明らかにされる通りであるが、カルチベーターは、耕起畦立の方法に選択性が大きいので、畦内土壌構成を、かなりの範囲に変化させることができる。この点については、第2報で詳しくのべる。

3) カルチベーター一貫作業による水田稷作麦栽培の作業上の欠陥

カルチベーターによる一貫作業は、以上のような有利点を持つ反面、この実験の経過から見ると、次のような問

題点を含んでいる。

i) 覆土に堆肥を用いる限り、この方法は他の畦立耕法による場合に比べ、作業の所要時間も、消費エネルギーも共に大きい。

ii) 中耕作業におけるカルチベータの牽引抵抗が、他の畦立耕法の8割ぐらい大きい。

iii) 麦刈跡を耕起した場合の土塊の大きさが、他の耕法による畦の跡地よりかなり大きい。

これらのうち(iii)の問題は、畦立時における攪土耕の方法によつて、ある程度解決し得る。すなわち、この実験のように畦下層部を不耕起のまま残さず、この部分にも攪土耕を施しておけば、畦内土塊が細くなるから、麦刈後に犁耕またはプラウ耕する場合の壟断面積がかなり大きくても、耕起土塊は小さくなる。

しかし、(i)と(ii)の問題の解決には、若干の吟味を必要とする。

4) 水田裏作における覆土の困難性

水田裏作では、一般に播付時の土壤水分が多く、また土壌の塑性も畑地より強い場合が多いので、共土覆土を行わず、腐熟した堆肥や混土堆肥で種子を覆う慣行がある。しかし、この方法は、実態調査⁶⁾によると、反当5.3~16.2時の労力を要するばかりでなく、共土覆土に比べて、発芽や生育・収量が劣る場合も少なくない⁶⁾。また、堆肥覆土された麦は、除草剤による被害率が高いことも、最近明らかにされつつある。従つて、労働節減の立場からも、収量増加のためにも、共土覆土を可能にする技術が必要である。しかし、裏作水田土壌は、共土覆土を阻む特性があり、この解決はなかなか容易でない。

機械技術的な一つの解決策は、欧米のシーダ・プランタのような機構を採用することである。つまり、播種溝を開く作用部のすぐ後部に種子導管が開口し、更にその後部に覆土作用部が接続しているから、作溝・播種・覆土が一挙に行われる。しかし、この方法も、点播または線播の場合ならばともかく、ある程度以上の巾を以て条播する場合には適用できない。従つて、ここで、覆土の作用を、字義通り種子の上に土をかけるという範囲に限定せず、もつと広く有効な方法を見出す必要がある。われわれはその一つの方法として、この実験では、レーキによつて種子と播床の土壌とをかきまぜる方法をとつたのである。

このように、攪混によつて共土覆土を可能にするためには、播床が平坦に整地されいてるとは勿論であるが、播床とその両側部の表面砕土が、充分いていに行われている必要がある。

ところで、砕土作業が、播付時の作業の中で、最も仕事量の多い作業であることは、第19表に示す通りである。カルチベーター貫作業による方法では、他の方法よりは砕土作業のもつ比重が小さいが、これは、畦立前に攪土耕を行つて耕土を細砕するという、この方法の特色によるものであり、又それ故に第8表のようにこの方法では覆土作業が、他の方法よりもやや容易である。それにも拘らず、なお砕土作業の仕事量が播付時の全仕事量の4割以上を占めていることは注目しなければなるまい。つまり、共土覆土の問題は、播床の砕土整地の問題につながる。共土攪混覆土を可能にする砕土限界を明らかにすることが、残された研究課題の一つである。

第19表 作業工程別反当仕事量(IPS)

作業	区	1	2	3	4	5	平均
砕	土	2525 (76.0) [%]	1382 (61.6) [%]	909 (41.4) [%]	1207 (54.3) [%]	1259 (72.0) [%]	1456 (62.0) [%]
溝	浚	376 (11.3)	445 (19.9)	803 (36.6)	477 (21.4)	— (—)	420 (17.9)
作	条	169 (5.1)	182 (8.1)	263 (11.9)	295 (13.3)	257 (14.7)	233 9.9
播	種	88 (2.8)	82 (3.7)	88 (4.1)	88 (4.0)	69 (4.2)	83 (3.7)
覆	土	163 (4.9)	163 (4.9)	151 (6.7)	157 (7.0)	163 (9.1)	153 (6.5)
計		3321 (100)	2254 (100)	2195 (100)	2224 (100)	1748 (100)	2346 (100)
中	耕	483	442	770	466	450	522

5) 中耕作業の吟味

カルチベーター貫作業でのもう一つの問題点は、中耕作業の牽引抵抗の大きさであつた。その理由については、前記実験結果の7)にのべたように、中耕部位が未耕

土であることと、畦側面に稲株が残存していることが大きな原因である。

まず第1の原因について考えてみよう。中耕爪と未耕土との直接接触を避ける一つの方法は、畦巾をますこ

と、逆にいえば畦溝本数をへらすことである。この実験で採用したカルチベータ耕起畦は、他の畦に比べると、畦巾は $\frac{1}{2}$ であり、畦溝本数は2倍ある。従つて地表面粗度は最も大きい。もし、畦溝本数をへらせば、それだけ地表面の凹凸は少なくなつて諸作業に好都合であるばかりでなく、溝浚されたあとの未耕土と中耕爪とが接触する頻度も少なくなり、抵抗の減少に役立つであろう。ただ、この実験結果のように、完全な平畦では、作業は容易でも減収を来すおそれがある。そこでカルチベーター貫作業の有利性を保ちながら、どこ迄畦巾を増し得るかについて実験的に明らかにする必要がある。

次に後の原因について考えてみよう。もし、耕起時の稲株を処理しておけばどうであろうか。中耕する場合、側桁後端の爪・刃の負担は軽くなる代りに、畦溝に介在する稲株は、他の爪刃の抵抗を大きくし、あるいは、爪の間に纏絡して、作業上大きな支障を与える。そればかりではない。畦上に稲株が点在することは、作条・播種・覆土等の諸作業を著しく困難にする。これらの障害は、前作稲の株間が狭く、溝浚によつて稲株が堀り起された場合には、必ず経験されることであつて、できるだけ稲を並木植にしておき、播種完了迄は稲株をそのまま動かさず、後に中耕によつて処理することは、カルチベーター貫作業の要諦であるといえよう。従つて、残存稲株による牽引抵抗の増大は、ある程度やむを得ないものと考えられる。ただし、この実験では側桁後端にデスク刃を用いたが、この代りに株取刃・株拔刃等を装着すれば、牽引抵抗を軽減できる余地はある。

更に考えれば、中耕作業における欠陥の一つの解決策として、中耕を省くこともあげられよう。これは、いささか極端な考え方のように見られるかもしれないが、除草剤利用技術の進歩その他の条件を考え合せれば、中耕作業のもつ意義の反省は、今日では実は甚だ大きな重要性をもっているのである。

以上論じた問題点に対する実験の結果は、いずれも本報の後半に報告される。

5. 摘要と結論

1) 水田稟作の合理的作業体系を組立てる資料を得るため、当場盛岡試験地の排水良好な壤土水田において、普通犁による畦立耕、二段耕犁による畦立耕、カルチベータによる畦立耕、動力耕耘機による畦立耕及び平面耕をそれぞれ行い、畦立耕起方法の差異が、以後の作業工程の難易に与える影響を、主として作業の質的な面から追跡した。

2) 耕起直後の地表面粗度は、カルチベータ畦が最大で、耕耘機畦が最小である。犁の畦は高さも大きく膨土率も高いが、畦面の平坦度及び碎土状態は、カルチベータ畦や耕耘機畦の方がすぐれている。

3) 碎土作業は、普通犁畦は反当仕事量を最も多く要し、二段耕犁畦がこれに次ぐ。カルチベータ畦は最も作業が容易に行われる。

4) 溝浚作業における仕事の大きさは、耕起時における畦溝開きのいかんによることが多く、その点普通犁畦は、溝浚作業が最も容易であつた。

5) 作条作業の容易なのは、二段耕犁畦とカルチベータ畦で、耕耘機畦は表面の土壌硬度が低いために、作条器が穿入しすぎる欠点がある。

6) 播種作業直前の作条面の平坦度は、カルチベータ畦が最もよく、逆に犁畦は最低であつたが、播種器の牽引抵抗は、必ずしもその傾向に伴わず、畦の種類間に大差がない。

7) 覆土作業にレーキ(カルチベータ装着)を用いる場合は、消費動力・作業精度ともにカルチベータ畦が最もすぐれ、耕耘機畦がこれに次いだ。犁畦は作業も困難で発芽も不良である。ただし、堆肥を以て覆土する場合は、カルチベータ畦は労働量を最も多く要する。

8) 初期の作条内除草は、耕耘機畦とカルチベータ畦とが容易である。犁畦、特に普通犁による畦は、土塊が粗大なために除草効果を期待することができない。

9) 中耕作業におけるカルチベータの牽引抵抗は、カルチベータ畦が最大で、他の区間にはほとんど差異がない。ただし、作業機の安定度においては、カルチベータ畦が最もすぐれている。これに反し、普通犁の畦では、作業機の運行が特に不安定で、ハンドル保持の握力を特に多く要する。

10) 等間隔に作条を配置したカルチベータ畦と耕耘機耕平畦とは、麦稈の挫折抵抗が大きく、倒伏が少ないため、刈取作業が容易である。

11) 麦刈後の水田化作業は、耕耘機畦が最も容易である。

12) 平畦は、他の畦に比べて減収したが、畦立耕を行つた区間には、収量の差は見られなかつた。

13) 全作業過程を総合して、カルチベータ畦は、作業の質において、他の耕法による畦よりもすぐれている。ただし、カルチベータによる省力一貫作業の有利性を高めるには、畦巾の適正化、碎土作業の合理化による覆土作業の簡易化、中耕作業における入力軽減など今後の解決にまつべき問題が残っている。

実験Ⅱ 播床整地の精粗が覆土及び発芽に及ぼす影響について

1. 実験の目的

実験Ⅰで明らかにされたように、砕土作業の合理化は、裏作作付時の労働軽減上の最大要因であり、また、播種・覆土作業機械化の難易も、主として砕土の精粗に依存する。

この実験では、播床の土塊の大小が、攪混覆土の精度と大麦の発芽に及ぼす影響を調査して、砕土作業精度の実用的限界を求めようとした。

2. 実験の方法

1) 供試種子 岩手大麦3号

2) 播床の準備 実験Ⅰの水田耕土を風乾し、2cm目の篩を通し、加水捏和し、裏作作付時の含水状態程度に

乾燥後、所定の寸法の土塊を作り、長さ90cm、巾42cm、深さ20cmの木箱につめた。

3) 試験区別

区	1	2	3	4	5	6	7
土塊の長径cm	<2	<4	<6	<8	<10	<15	<20

4) 播種及び覆土の方法 1区当り100粒の種子を35cm平方の広さに撒播した。これは、普通栽培の反当5升播の作条内密度に相当する。播種後、表面をレーキ5往復で攪拌した。

3. 実験の結果

1) 播床の物理的状态 第1表のように、7区を除いて区間の差は顕著でないが、大塊区ほど表面の凹凸が大きく、従つてレーキ操作による均平化率が高い。

第1表 播種前後の播床の状態

区別	調査項目	土塊	容積	空隙率	孔隙比	表面粗度		覆土による均平化率
	実績率	全孔隙率	含水率			播種前	覆土後	
1	26.2%	73.8%	31.3%	42.5%	1.36	1.02	1.05	-0.3%
2	24.0	76.0	34.8	41.2	1.18	1.06	1.05	1.0
3	23.9	76.1	34.0	42.1	1.24	1.07	1.07	0
4	25.2	74.7	34.8	39.9	1.15	1.09	1.08	1.0
5	24.3	75.7	35.4	40.3	1.14	1.11	1.06	5.0
6	24.4	75.6	33.1	42.5	1.28	1.22	1.07	12.0
7	28.7	71.3	43.9	27.4	0.62	1.39	1.14	18.0

2) 発芽状態 発芽率は71~88%程度であつたが、6・7区は特に不良である。発芽勢と発芽期間では、1・6・7区がまさり、3・4区は劣つていた。

種子の層別分布を見ると、3区以下の大塊区では、分布のモードが5.3~6.7cmの深い層になり、従つて発芽後直に夭折した種子や、全然不発芽のものが多くなる。特に、不発芽種子は、発芽種子に比べると、同一区内でもやや深層に分布している。なお、6区以上の大塊区では、レーキ操作による種子の表面移動が著しい。(第2表)

4. 考察

第1~2表から、砕土状態と覆土作業の精度との関係

を求めると第1図のようになる。

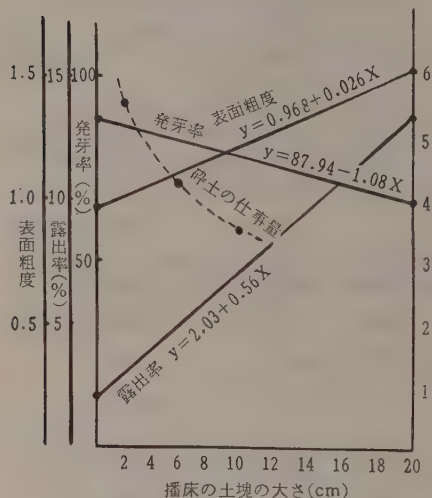
今、20cm立方の土塊を考える。これを10cm立方に切断する仕事量は、単位切断面積当り剪断抵抗を r 、20cm²当り切断所要時間を t とすれば、 $3,600rt$ となる。同様にして、更に5・2.5・及び1.25cm立方に細断する場合の仕事量を求め、それぞれの対数をとると第1図の点線が得られる。すなわち、4cm以下に土塊を細砕しようとするれば、砕土の理論的工作量は急激に増大する。

これらの結果から、土塊の大きさの実用的上限は4cm程度であらう。この程度に迄、播床を砕土すれば、攪混覆土によつても、種子の露出を5%以下に止め、しかも80%以上の発芽率を期待することができよう。

第2表 種子の分布と発芽状態

区	分	粒数	層 別 分 布 (%)							平均深 cm	平均 発芽期間 日
			表面	<2cm	<4cm	<6cm	<8cm	<10cm	≥10cm		
1	総種子	100	3.0	24.0	52.0	15.0	4.0	2.0	—	2.85	3.65
	発芽	88	3.4	25.0	51.1	15.9	3.4	1.2	—	3.05	
	中止	9	—	22.2	44.5	11.1	11.1	11.1	—	4.27	
	不発芽	3	—	—	100.0	—	—	—	—	4.00	
2	総種子	100	4.0	15.0	30.0	31.0	17.0	30.0	—	4.00	4.17
	発芽	86	2.3	17.5	30.2	29.1	18.6	2.3	—	4.14	
	中止	6	—	—	66.0	—	17.0	17.0	—	3.78	
	不発芽	8	25.0	—	—	75.0	—	—	—	4.50	
3	総種子	100	5.0	5.0	12.0	21.0	22.0	31.0	4.0	6.70	4.41
	発芽	79	6.3	6.3	13.9	22.8	22.8	24.1	3.8	5.70	
	中止	13	—	—	7.7	2.3	7.7	74.6	7.7	8.44	
	不発芽	8	—	—	—	12.5	37.5	50.0	—	7.25	
4	総種子	100	8.0	2.0	7.0	27.0	33.0	13.0	10.0	6.40	4.27
	発芽	78	7.7	2.6	9.0	34.6	38.5	3.8	3.8	5.39	
	中止	16	12.5	—	—	—	12.5	50.0	25.0	7.90	
	不発芽	6	—	—	—	—	17.0	33.0	50.0	10.00	
5	総種子	100	3.0	12.0	19.0	23.0	30.0	3.0	10.0	5.40	4.22
	発芽	85	2.4	14.1	18.8	25.9	29.4	2.4	7.0	4.80	
	中止	10	—	—	30.0	10.0	30.0	—	30.0	6.80	
	不発芽	5	20.0	—	—	—	40.0	20.0	20.0	8.10	
6	総種子	100	9.0	7.0	28.0	8.0	8.0	23.0	17.0	5.70	3.67
	発芽	69	13.0	10.1	32.0	11.6	11.6	10.1	11.0	4.60	
	中止	16	—	—	12.5	—	—	62.5	25.0	7.40	
	不発芽	15	—	—	26.7	—	—	40.0	33.3	7.80	
7	総種子	100	13.0	9.0	16.0	32.0	5.0	6.0	19.0	5.30	3.37
	発芽	71	18.3	9.9	16.9	38.0	5.6	—	11.3	3.10	
	中止	12	—	8.3	8.3	25.1	8.3	—	50.0	7.90	
	不発芽	17	—	5.9	17.6	11.8	—	35.3	29.4	7.33	

第1図 播床の碎土状態と作業精度との関係



5. 摘要と結論

1) 水田裏作における共土覆土の一方法として、攪混法を実施する場合、播床碎土の精粗が大麦の発芽に及ぼす影響を、モデル播床によつて実験した。

2) 作業の精度と労力の両面から考えて、播床の土塊は4 cm以下の大きさに砕けば、実用上はば差支えないと思われる。

実験Ⅲ 適正畦巾に関する実験

1. 実験の目的

いわゆるカルチベーター貫作業体系に対して、採用される畦巾（通常前作水稻の並木植間隔の2倍で2.4~2.6尺）が、作業合理化の上に若干の支障をもたらすことは、実験Ⅰによつて明らかにされた。しかし、地表面粗度を小さくするために徒らに畦巾を増すことが、生育上考えるべき問題点を含むことも、同じ実験の結果が示している。そこで、労働の場及び生育の場という、畦の二つの機能をつなぐ問題として、カルチベーター利用簡易畦立耕の適正畦巾を見出さそうとした。

2. 実験の方法

1) 圃場条件 実験Ⅰに同じ。
2) 試験区別 硫安区（A区）と石灰窒素区（L区）に2大別し、更に畦巾により3区分した。乱塊法によつ

て3反覆し、うちA区の1連に大麦を作付け、他は裸地とした。

区	畦巾 尺	1 前 作 稲 株 間	畦 当 り 株 間	畦 高 寸	1 畦 作 条 数
1	2.6		2	6	1
2	5.2		4	6	2
3	7.8		6	6	3

各区とも、稲刈株間を中耕爪装着カルチベーターで攪土耕し、次に培土板を取りつけて、表の畦巾に畦立した。

3) 反当施肥量 硫安または石灰窒素を反当15貫、作条位置に施した。ただし、麦作付畦には、過磷酸石灰15貫・塩化カリ6貫を加用した。

4) 試土の採取 9月22日（施肥当日）から11月初めまでは10日ごとに、以後1カ月ごとに計7回、畦中央部の上下二層から採土器（内径10cm）で採取した。

3. 実験の結果

1) 畦の外部形状とその変化 A区、L区ともに、畦巾が狭いほど地表面粗度が大い。畦立直後と6ヵ月後の状態とを比べると、畦巾の広いほど地表面粗度の変化が大きく、畦の均平化が進んでいる。（第1表）

第1表 地表面粗度

区	月 日	22/IX	22/III	変 化 率
A	1 区	1.39	1.36	2.2%
	2 区	1.18	1.13	4.2
	3 区	1.15	1.08	6.1
L	1 区	1.25	1.23	1.6
	2 区	1.17	1.14	2.6
	3 区	1.15	1.09	5.2

2) 畦内土壌気象

i) 含水率 畦巾の広いほど含水率は高いが、区間に有意な差はない。しかし、狭い畦ほど、時期別の変動が大い。（第2表）

ii) 空隙率 含水率と反対に、畦巾が狭いほど空隙率は高い傾向がある。時期別の変動は、狭い畦ほど、大い。（第3表）

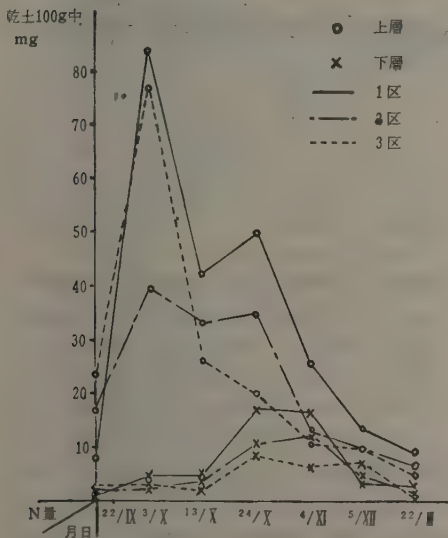
第2表 容 積 含 水 率 (A区)

区	月 日	22/IX	3/X	13/X	24/X	4/XI	5/XII	22/III	平 均
上層	1 区	51.6	45.5	39.1	37.9	33.3	40.9	42.2	41.5 ± 5.8
	2 区	45.6	37.4	41.6	39.3	45.9	40.7	43.6	42.0 ± 3.2
	3 区	45.2	41.0	41.7	38.9	46.2	43.1	43.0	42.7 ± 2.5
下層	1 区	63.7	46.3	51.0	48.3	54.6	46.9	50.5	51.6 ± 4.4
	2 区	54.0	53.9	51.3	50.7	54.1	50.7	52.1	52.4 ± 1.5
	3 区	50.7	54.8	53.7	52.6	55.6	53.8	53.5	53.5 ± 1.6

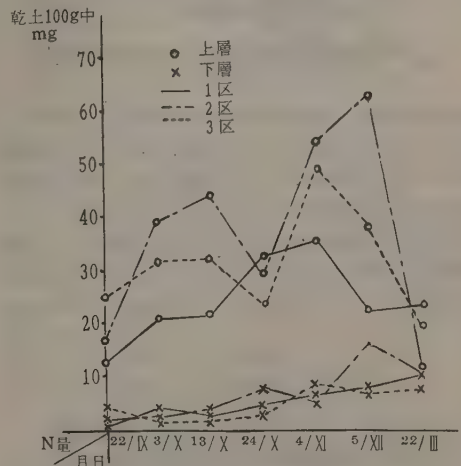
第3表 空 隙 率 (A区)

区	月 日	22/IX	3/X	13/X	24/X	4/XI	5/XII	22/III	平 均
上層	1 区	17.1	30.2	34.4	37.5	28.9	31.3	29.0	29.8 ± 6.4
	2 区	15.8	34.3	32.8	36.1	25.8	31.5	28.8	29.3 ± 6.7
	3 区	23.9	31.9	32.4	35.5	26.0	29.8	28.6	29.7 ± 4.0
下層	1 区	2.3	14.9	15.8	19.2	17.5	20.6	14.2	14.9 ± 5.7
	2 区	9.7	10.3	14.0	15.9	11.4	17.5	12.1	13.0 ± 2.9
	3 区	11.5	8.7	12.5	12.9	7.4	11.8	10.0	10.7 ± 2.1

第1図 NH₄-Nの推移 (A区)



第2図 NH₄-Nの推移 (L区)



区では、狭い畦ほど容易な傾向がある。

L区では、そのような畦巾差は見られず、また、NH₄-Nの現われ方が、A区に比べて、かなり緩慢である。

(第1・2図)

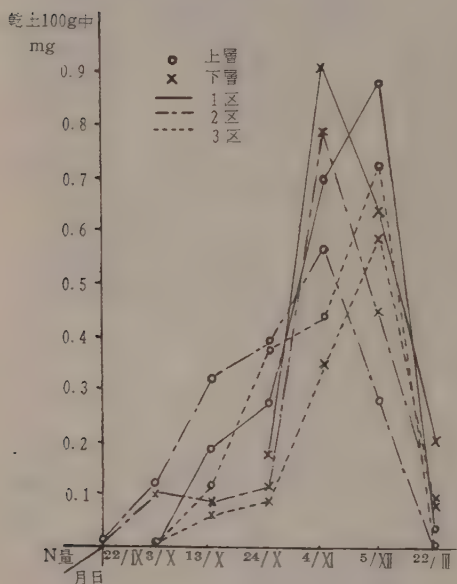
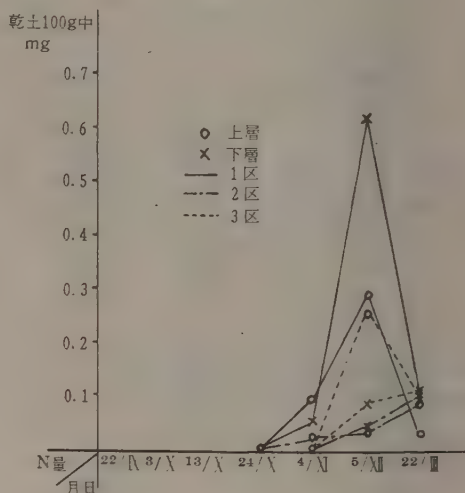
3) 土壤窒素の消長

i) NH₄-N A区・L区ともに、畦巾による有意の差は認められないが、上層から下層への移行は、A

ii) NO₃-N L区における出現時期がA区よりも、はるかに遅れることは、NH₄-Nの場合と同様で

あるが、検出された量は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ に比べて、非常に少ない。また、A区・L区ともに、畦巾の広狭による $\text{NO}_3\text{-N}$ の消長差は認められなかつた。第3・4図

区間には差を認め難い。しかし、草丈・基数その他収量構成要素には、区によつて一定の優劣が見られず、また、反覆を欠いているので断定することはむづかしい。(第4・5表)。

第3図 $\text{NO}_3\text{-N}$ の推移 (A区)第4図 $\text{NO}_3\text{-N}$ の推移 (L区)

第4表 大 麦 の 生 育

A. 草 丈 (単位cm)

区	月 日	10/X	24/X	8/XI	5/XII	28/III	7/V	13/VI
1		14.7	19.7	24.3	26.8	22.6	62.6	86.3
2		14.5	20.3	24.7	27.5	20.1	67.7	74.6
3		14.9	19.9	24.5	26.7	19.7	66.4	81.6

B. 基数及び穂数 (50cm間, 本)

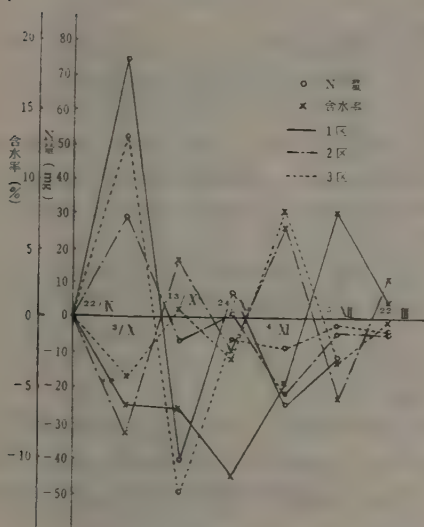
区	月 日	10/X	24/X	8/XI	5/XII	28/III	7/V	13/VI	有歩	幼 茎 節 数
1		84	94	245	301	375	188	184	49.1%	4.0
2		97	115	249	316	407	200	209	51.4	4.2
3		86	98	243	304	284	177	174	61.3	3.7

第5表 収 穫 物 調 査

	平 1	均 穗重	反 子	当 实重	反 子	当 实容量	子 1	实 升量	子 1,000	实 粒重	
1		1.4 ^g		362 ^{kg}		649 ^{kg}		4.4 ^石		221 ^担	27.0 ^g
2		1.4		460		778		5.7		216	24.5
3		1.0		380		643		4.6		222	26.1

3. 考 察

土壤気象の変化とNの消長との関係を見るために、含水率及びN検出量の、前回比増減を対比して見た。第5図にその一例を示す。

第5図 土壤水分の増減とNH₄-Nの消長 (A区)

初期は、含水率が下ればN量が増加する傾向があり、後期は含水率が高くなるとN量の減少が著しい。ただし、L区は逆に含水率が増すとN量も増す。これは、石灰窒素は尿素に変化する過程では水分が多いと分解が遅れ、更に尿素からNH₄態に変化する過程では、乾燥状態では分解が遅れるという特性によるものであろう。

NH₄-N及びNO₃-Nともに、土壤含水率の高低に伴って変動しているが、そのふれの巾は、含水率のそれほど大きくない。また、含水率には、畦巾による差がかなり明らかに認められるが、N量の消長には、畦巾別の差が明確ではない。すなわち、畦巾の広狭によつて、土壤気象には相当の差異が認められるが、その差異は、N

H₄及びNO₃態の窒素の出現量や変動の差に迄は及んでいないようである。

4. 摘 要 と 結 論

1) カルチベーター貫利用水田真作に対する適正畦巾を知ろうとして、攪土一畦立耕により、2.6~7.8尺の3種の畦を設け、土壤気象の変遷及び施用した硫酸・石灰窒素の分解消長を調査した。

2) 畦内土壤気象には畦巾による一定の傾向がうかがわれ、狭い畦ほど通気排水がよく、また、時期的変動も大きい。しかし、窒素の消長は、NH₄態・NO₃態ともに畦巾による差は認められなかつた。なお、生育収量と畦巾との間にも、明らかな関連は見られなかつた。

実験Ⅳ 裏作大麦栽培における中耕及び培土的作用について

1. 実 験 の 目 的

実験Ⅰから提起された最後の問題は、中耕の意義を再検討することであつた。すでに、暖地の排水良好な乾田裏作麦について、中耕が積極的増収効果をもたらさないという報告^{1) 2)}もあるが、ここでは積雪寒冷地の水田裏作における中耕の作用を明らかにして、省力作業技術を組立てる上の一資料としたい。なお、裏作における中耕は培土を伴うことが多いので、これについても併せて実験した。

2. 実 験 の 方 法

1) 圃場条件 実験Ⅰに同じ。
2) 供試作物及び栽培法 岩手大麦3号を9月29日に反当5升播いた。畦は無芯で巾8尺、高さ6寸とし、8寸巾に3条播きしたから、条間は1.4尺となる。なお、圃場はロータリ耕を行つたが、耕起土塊の平均重量直径は4.1cmで、攪土耕されたカルチベーター畦とほとんど変わらない。施肥量は盛岡試験地の基準によつたが、堆肥は用いず金肥を増量した。

区別	1	2	3	4	5	6	7
処及 理び	0	1	1	2	1	1	2
回時 期数	無 処 理	秋	春	秋 春	秋	春	秋 春

註 ㊦ 中耕作業 ㊧ 培土作業

3) 試験区別及び規模 中耕・培土は表のように7種に分けて実施した。土壤調査畦は1区6.7坪で1連制、生育調査畦は1区1坪で乱塊法3反覆。

4) 主要測定器具 実容積測定装置及び附属採土器・労研式小型ガス分析器及び採気管・スプリングバランス等。

5) 作業の経過 表の通り。

作 業 名	実施月日	作 業 名	実施月日
試験区設定	9月26日	追 肥	4月10日
播 種	9月29日	除 草	4月15日
間 引	10月12日	第2回中耕・培土	4月16日
第1回中耕・培土	10月29日	収 穫	6月19日

3. 実験の結果

1) 土壤気象に及ぼす中耕・培土の影響

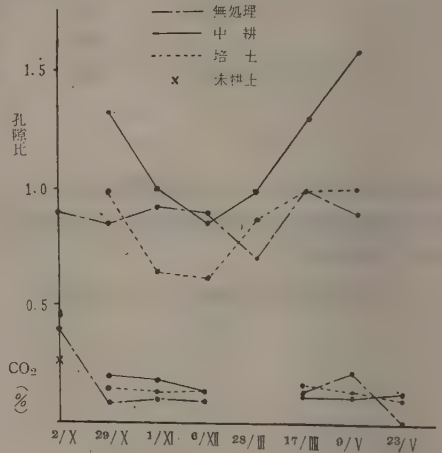
i) 孔隙比 裏作圃場耕土内の、土壤空気-水分関係を経過的に示す指標として、生育期間中の孔隙比（空隙率の容積含水率に対する比）の変遷を見よう。

第1図のように、秋の中耕は孔隙比を高からしめるが、培土の効果は無処理と比べて余り顕著とはいえない。しかも、操作後3日目の降雨（40mm）による孔隙比の低下は、処理区の方が無処理区より著しい。培土区は、越冬直前の孔隙比が特に低いが、融雪直後の孔隙比は、中耕区>培土区>無処理区の順で、気水の透過に対する秋の管理作業の効果が認められる。特に中耕区が融雪期にも1.0という、ほぼ適正な孔隙比を保っていることは注目される。

一方、春の中耕は、いささか孔隙比を高めすぎたきらいがある。しかし、無処理区でも、麦の伸長・成熟期に、生育に差支えるほど孔隙比が低下していないことを考え合えると、この年の春の気象が平年よりかなり乾燥状態であつたことが、このような結果をもたらしたものと

と思われる。

第1図 土壤孔隙比及び土壤空气中のCO₂含有率



ii) 土壤空气中のCO₂ 中耕・培土が土壤換気にあつた。ばす影響を見ようとして、地表下10cm前後から採気し、CO₂ 含量を測定した。測定部位の地温は2.7℃～15℃の範囲にあつた。

CO₂ 含有率は、稲刈後耕起によつて増加する、これは、耕起によつて土壤が急激に酸化状態になるからであろう。このことは、秋の間のCO₂ 含有率が、中耕・培土処理区において無処理区よりもむしろ高いことから、推察されよう。

麦の生育が旺盛になり、また地温も上昇する春から初夏にかけては、処理区の含有率が無処理区よりやや低く、中耕・培土が土壤内の通気性を改善する効果が若干認められる。

第1表 草丈・稈長及び穂長 (cm)

月 日	20/XI	15/IV	9/V	12/VI	
区				稈 長	穂 長
1	21.7	16.7	60.9	86.7	16.0
2	21.5	16.3	61.1	87.4	16.0
3	22.3	16.1	59.3	87.8	15.9
4	22.1	16.7	61.1	89.8	15.8
5	22.9	16.5	62.5	85.5	16.1
6	21.8	16.3	61.4	86.3	16.2
7	22.3	15.9	59.8	87.5	16.2

2) 生育・収量に及ぼす中耕・培土の影響

処理間の差異は著しくないが、5区は茎数・穂数多く、収量もまさっていた。また、中耕・培土を問わず、秋に処理した区の方が、春の処理区よりもやや多収であった。しかし、生育・収量ともに、区間の差は、要因分析の結果、有意ではない。(第2・3表)

第2表 茎数及び穂数

月日 区	20/XI	15/IV	9/V	12/VI 穂数	有効茎 歩合
1	480	643	507	405	63.0
2	496	680	497	397	58.4
3	459	704	420	339	48.2
4	503	601	487	401	66.7
5	509	685	520	470	68.6
6	490	685	489	394	57.5
7	479	623	473	395	63.4

第3表 収穫物調査

区	反子実重(A) 当量	反当量 秤重(B)	A + B	反子実容 当量	子実子実 1升重	子実子実 千粒重
	kg	kg	%	l	kg	kg
1	401	641	38.5	881.3	827.3	27.4
2	401 ⁸⁰	566	41.5	910.2	801.0	27.1
3	389	533	42.2	840.7	842.3	26.8
4	416	552	43.0	865.6	873.8	27.4
5	489	583	45.6	1029.0	864.0	27.2
6	421	563	42.8	885.1	864.8	27.8
7	446	601	42.6	928.0	873.8	28.0

分散分析表

要因	自由度	偏差平方和	平均平方	F
全体	20	23829	—	—
処理間	6	4183	697	0.98
ブロック間	2	11148	5574	7.87
誤差	12	8498	704	—

4. 考察

この実験期間中は、平年に比べて積雪が少なく、特に春の降水量が少なかつたが、越冬前の降水量は多かつた。

秋の中耕・培土は畦間の孔隙比を高めるが、多雨下ではその持続効果は低い。それでも、秋の処理は融雪時にも孔隙比を無処理区よりは高目に保つ作用が認められた。それに対して春の処理、特に中耕は断根の害に加えて乾燥気象条件のために、土壌空隙過多の傾向さえ生み、収量にもやや悪影響を及ぼしたように思われる。

土壌空気中のCO₂含有率は、秋の処理によつてかえつて未耕上または無中耕・無培土の場合より高くなり、低温下では、麦自体の発生するCO₂の拡散効果より、土壌微生物の活動促進によるCO₂量増大の方が強く現われたようである。しかし、春以降は、わずかながら中耕・培土の換気効果が認められ、暖地における試験成績³⁾とほぼ符合した。

第4表 雑草量

月日 区	15/IV 草重 量	12/IV 草重 量
1	625 ^g	703 ^g
2	400	590
3	—	470
4	—	358
5	240	920
6	—	835
7	—	275

(註) 1 m²平方の生草重

中耕・培土の除草効果は、処理法及び時期によつて異なる。これは、圃場における優生雑草が、秋から初春迄はスズメノテツポウであり、それ以後はハコベに代るといふ、時期的変化の様相にも関連するが、同時に中耕爪または培土板の作用が草種によつて変るためでもある。すなわち、スズメノテツポウに対しては、秋の処理が有効で、特に培土の除草効果が高い。それに引きかえ、ハコベに対しては、培土よりも中耕の効果の方がすぐれていた。全体として、圃場清潔度においては、秋・春2回処理区が最高であるが、1回だけの処理の間では、秋の作業の方が、春作業よりも除草効果が大い。

要するに、耕耘整地播した裏作麦の中耕・培土は、ある程度の土壌内気象環境の改善効果はあるが、積極的な麦の増収をもたらすには至らない。むしろ、春の処理、特に中耕は、その方法と気象条件によつては、収量低下の作用が懸念される場合もある。しかし、秋の中耕・培土は、雑草に対する抑圧効果が大きい。

5. 摘要と結論

- 1) 水田裏作大麦に対する中耕・培土の作用を知ろうとして、処理時期及び処理回数をかえて実験を行つた。
- 2) 秋の処理、特に中耕は、融雪時に至る間の土壌孔隙比を高める効果がある。春の中耕・培土は、断根の害も大きく、また処理時期の気象条件により、土壌孔隙を過多にし、麦に乾燥のための障害を与えるおそれもある。
- 3) 雑草防除に対しては、秋の中耕・培土が効果的である。春は、雑草の生育が旺盛で、また、再生し易いので、この時期の中耕・培土による雑草防除効果は、秋期処理に比べて、甚だしく低い。

むすび

われわれは、水田裏作作業の出発点である、広義の畦立作業が、表作から裏作への転換の、最も重要な契機であるという立場から、現行の代表的な各種の畦立方法を、それが後続の諸作業に与える質的影響を測定することによつて比較検討した。

その結果、カルチベータによる簡易畦立法が、従来いわれるように作業の量において有利であるばかりでなく、作業の質においてもすぐれていることを明らかにした。いわゆる、カルチベータによる裏作一貫作業は、西日本の裏作先進地帯に発達した、犁一翼状碎土機一溝浚機の組合せ技術と対照的に、カルチベータを基幹作業機とし、作業部品の組合せによつて裏作栽培を行う方法である。この方法は、恐らく南関東ないし東海地方に始まり、短い期間に西日本並びに東北地方にも波及し、近年は、畜力利用競技会の競技種目にも取上げられるようになった。

われわれは、このように新しい慣行技術となりつつあるカルチベータ一貫作業の技術的欠陥をも併せて明らか

にし、更にその改善対策を求める実験を続行した。そして、

i) 労力的に播付時の隘路となつている覆土作業は、攪土耕または表面碎土の改良により、共土攪混覆土が可能なこと。

ii) 畦巾は必ずしも前作並木植稲株間の2倍に限定せず、拡張しても差支えなく、それによつて各種作業、とりわけ中耕作業が質的に軽減できること。

を提示し、更に中耕・培土の意義を主として土壌気象的に解析して、

iii) 中耕・培土は雑草防除の効果以上には、ほとんど積極的效果が認められないこと。

を明らかにして、具体的な作業省力化への資料とした。

作付転換の作業を極力能率化するとともに、収量の安定化を計るという、作業技術に対する一般的要求は、積雪寒冷地帯水田裏作の場合は特にきびしく切実である。この要求の前段に対して、本報は一つの具体的な解答を与え得たと思う。要求の後段に対しては、続く第2報が答えるであろう。

引用文献

- 1) 古川太一. 1954. 麦の中耕に関する試験. 広島農試昭和28年度研究年報 : 7
- 2) 早川千吉郎. 1953. 水田裏作麦栽培の畜力一貫化に関する試験. 広島農試昭和27年度研究年報 : 80~82
- 3) 広島県農業試験場. 1956. 畜力による水田裏作栽培法の雑草防止について. 稲・麦省力栽培試験研究成績 : 133~172. 農林省
- 4) 農林省農業改良局研究部. 1951. カルチベーター及び畜力土入機とその利用に関する試験研究成績 : 47, 53, 70, 78, 82, 96
- 5) 東北七県農業研究協議会. 1951. 東北七県の水田裏作研究集録 : 24~25
- 6) 東北農試経営部. 1953. 東北地方における水田単作経営の合理化に関する調査研究報告(第2報)東北地方における水田二毛作経営の阻止条件とその克服について. 東北農試経営部研究報告 4 : 33~38

Résumé

In this paper, the ridging methods of winter cropping in paddy fields were investigated, chiefly concerning the function of ridges as working grounds. In addition, some problems relating to those methods were researched analytically.

Results obtained are summarized as follows:

1. Five kinds of typical ridging methods were compared throughout all stages of barley cropping, with respect to the effects on hardness or easiness of succeeding works, such as preparation of seedbeds, manuring, seeding, covering, weeding, cultivating and so on.
2. A simplified ridging method by an one-row-cultivator was proved to be comparatively excellent among five methods, both in quantities and in qualities of labour. This method is known as the consistent working system for winter cropping on paddy fields based on the cultivator. Because, in this method, not only the first ridging but also other succeeding works are almost performed by a cultivator with various attachments.
3. But in the way of further development of this system, several disadvantageous problems were pointed out to be solved. For example, covering of seeds by heaped manure requires large amount of strenuous labour, and the drafting resistance of a cultivator is too heavy in case of after-cultivating. Technical measures for improving these disadvantages were also experimented.
4. By such a technique as blending seeds with soils agitatively using a cultivator attached with rakes, covering of seeds can be mechanized without heaped manure, and about 90% of seeds can germinate. But it should be noticed that clods on and near the seedbeds must be broken to less than 4 centimeters in length before seeding.
5. In the well drained fields, the width of a ridge may be broadened to the extent of about three times of custom, which is kept about 75 centimeters wide depending on the interval between stubbles of rice. Wider ridges can expedite succeeding various works, especially rearing treatments such as after-cultivating.
6. After-cultivating and hilling improve the porosity-ratio of soil and control weeds pretty, but these treatments are more effective in autumn than in spring. On the other hand, these have little effect on the improvement of growth and yield of barley. So that there was found much possibility to save these works.

水田裏作の作業技術に関する研究

第2報 作物生育の場としての畦について

涌井 学・高橋 幸蔵・池田 一朝
月館 鉄夫・金田一 慎造

Studies on the cultivating system of winter
cropping on paddy fields.

2. On the function of ridges in case of growing grounds of crops.

Manabu WAKUI, Kōzō TAKAHASHI, Kazutomo IKEDA,
Tetsuo TSUKIDATE and Teizō KINDAICHI.

は し が き

前報では、水田裏作における畦の、労働の場としての機能に視点を置いた一連の実験研究の結果を報告した。そこで取扱われたものは、畦型・畦巾・畦面の表面粗度など、主として畦の外部的形質に関する諸問題であつた。続く本報では、作物生育の場としての畦の機能を主な問題とし、畦の内部的形質についての研究結果を報告する。

耕耘用農機具が畦の内部的形質に及ぼす作用には、耕土の反転度・施された肥料と土壌との混合度・畦を構成する土塊の形状やその大小など、いくつかの面があるが、これらのうち、比較的これ迄の研究に取り上げられておらず、しかも、作物生育に対して大きな関連性を持つと考えられるものは、畦内土塊構成の問題である。そこで、この研究では、畦内土塊の大小とその配置に重点をおき、それが畦内土壌気象を通じて、いかに作物の生育に作用するかを明らかにして、畦立技術の合理化に役立てようとした。

前報及び本報に収められた諸研究は、1954年秋から着手され、本57年度に終了したものである。この研究の設計に当つては、農林省の新関・安間両企画官の御指導を得た。東北農試岩崎経営部長及び八柳栽培第二部長には、研究開始以来、終始熱心な御指導と温かい御援助を頂いた。また、連絡実験については、54年秋の東北地域試験研究ブロッコ会議以降東北農試栽培第一部 徳永部長・平野技官を始め、宮城農試吉田・渡辺・伊藤技師、

山形農試斎藤・稲田・笠原技師、宮城県斎藤報恩農業館横尾館長・鷺足技師等の御協力を得、現地調査については、岩手県農蚕課小田代技師・同農試藤川・工藤技師の御協力を得た。土壌の物理的測定法について知識の乏しいわれわれは、東北農試栽培第二部小宮・北岸・沖田各技官の示唆によつて得る所が甚だ多かつた。報告に当り、これらの多くの方々御好意に心から感謝の意を表するとともに、実験結果の集計整理を担当した石川助手の労をも併せてねぎらいたい。

なお、ここに収めた諸研究のうち、畦内土塊構成に関する実験は涌井・高橋及び月館が、室内模型耕耘実験は金田一・池田が、また、現地測定調査は涌井・金田一が、それぞれ主として担当した。研究全般の企画並びに報文取りまとめには、岩崎部長の指導の下に、涌井が当つた。

実験Ⅰ 畦内土塊構成が土壌気象及び作物生育に及ぼす影響について

1. 実験の目的

水田裏作における畦の、作物生育の場としての機能を明らかにするため、畦の内部土塊構成が、土壌気象並びに作物の生育に及ぼす影響を、圃場実験によつて知ろうとした。

実験の操作を単純化するための手段として、現行耕耘用農機具の利用によつて得られる各種の土塊構成を類型

区分し、モデル畦を設けて精密に実験した。

なお、畦の機能の、耕地条件による変異の態様を、できる限り法則的に把握しようとして、同一実験設計に基いて、東北各地における連絡実験を行なった。

2. 実験の条件と方法

1) 圃場条件

當場盛岡試験地の水田で、前作は2カ年とも水稻農林16号を1.3尺×0.4尺に並木植した跡地である。耕土は深さ16.1~17.3cm、塑性指数7.8。A. S. K法による分析の結果、土性は砂壤土に属する。地下水は1.4~3.5mの範囲にあり、稲刈後耕起前の足跡深さが、1.5cmに達しないくらい、排水のよい乾田である。

2) 気象条件

初年度は、稲刈直後台風の影響があつたこと、冬期間の積雪量がやや多かったこと以外はほぼ平年並に経過したが、55年度は、播種後積雪期直前まで高温に恵まれ、根雪期間も平年より約半月短く、また、積雪量も少なかった。越冬後も3月以降収獲迄気温も高目で、概して麦作には好条件が続いた。

3) 供試作物及び栽培法

畦巾(畦溝中心間隔)5.2尺、高さ8寸の畦に、岩手大麦3号を反当5升、8寸巾の播種板で2条播きした。条間は8寸とした。施肥量その他の耕種様式は、試験地の基準によつたが、堆肥は土壤調査結果を攪乱させるおそれがあるので用いず、その成分量だけ化肥を増した。播種は初年度10月3日、第2年度9月27日で、いずれも適期のうちにある。

4) 試験区の構成と規模

畦芯の有無及び土塊の大小によつて、表の6区に分けた。その断面を第1図に示す。

第1表 試験 区 別

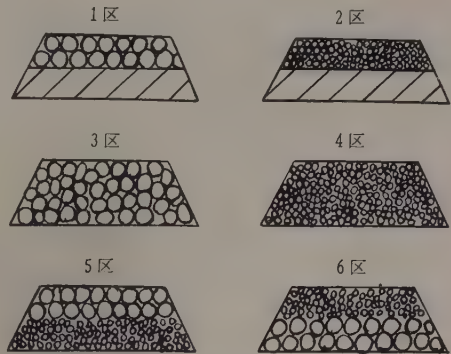
区 別	1	2	3	4	5	6
芯	有	有	無	無	無	無
上	大	小	大	小	大	小
下	一	一	大	小	小	大

(註) 大は15~25cm, 小は4~6cmの長さの土塊

6種の畦は、現行耕耘用農機具の利用によつて得られる畦内土塊構成を、ほぼ網羅するモデル畦である。すなわち、1区は普通犁による有芯畦、2区はカルチベータまたはロータリによる、同じく有芯畦を表わす。これら

を用いた無芯畦は3、4区によつて表わされる。5区は、二段耕犁またはクランク・スクリュー型耕耘機を用いた場合の土塊構成モデルであり、6区は、犁と碎土機の併用または後部にスクリーンをもつクランク型耕耘機によつて得られる畦を表現する。

第1図 土 塊 の 構 成



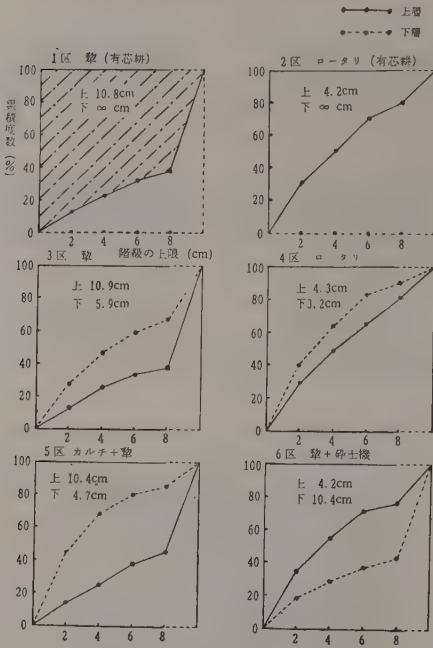
第2図 土塊の配列作業



これらのモデル畦を作るには、稲刈後大壠に犁耕した耕土を除き、耕盤上に、巾4尺・長さ5.5尺・高さ8寸の木框を配置し、所定の大きさの耕土塊を写真のように詰めた。但し1、2区は、木框を未耕土に4寸の深さにはめ込み、上層部だけに耕土塊をつめた。従つてモデル畦は1区0.5坪で、これを乱塊法により4反覆した。他

に、土壌調査用に長さ22尺の畦を同様に作り、更に根量調査用として同一土塊構成のポットを3連、厨川の畑に埋設した。ポットの土壌も、盛岡試験地水田耕土である。なお、土壌調査の精度を高めるために、稻株はすべて取り除いた。

第3図 農機具利用による畦内層別土塊構成



5) 主な測定器具

採土円筒 (内径10.5cm, 高さ9.1cm)・赤外線水分測定器・天秤・曲管地中温度計 (深さ10cm)・土塊篩 (2, 4, 6, 8, 10, 15及び20cm目)・P21型土壌硬度計・山中式土壌硬度計・1.升重測定器等

3. 実験の結果

1) モデル畦の相似性

実際の農機具を用いて作畦した場合に得られる土塊構成をモデル畦がどの程度正しく反映しているかを見るために、前記各区の対応農機具で耕耘した畦の土塊構成を調べた。その結果を第3図に示す。この図は、畦内土塊を上下2層に分けて篩別した場合の、重量百分率累積曲線と、それから得られた、平均一重量一直径とを示す。平均一重量一直径は、図の曲線と正方形の上辺及び左辺でかこまれた部分の面積 (第3図 No. 1 に例として斜線で示す) を、図の Scale で補正して得られる値であるから、この部分の面積の大小は、すなわちその構成土塊の大小を端的に表わす。従つて、第1図と第3図とを比較すれば、われわれが作ったモデル畦が、それぞれ対応する農機具の形成する土塊構成を、よく表現していることが証明できる。

2) 畦の沈下

垂線法によつて畦の高さを測り、その時期的な変化を見ると、無芯区は有芯区より沈下が多く、無芯区の中では、大塊または小塊の単純構成区よりも、これらの複合構成区の方が僅に沈下が多い。土塊の大小による差異は認められない。(第2表)

第2表 畦 高 の 変 化 (cm)

調査月日	項目	27/IX		19/X		5/XII		22/III		17/V	
		平均高	指数	平均高	指数	平均高	指数	平均高	指数	平均高	指数
区	1	26.5	100	25.4	95.8	25.1	94.7	22.0	83.0	24.0	90.6
	2	23.7	100	23.2	97.9	23.5	99.2	21.5	90.7	22.2	93.7
	3	23.7	100	22.8	96.2	22.5	94.9	20.3	85.7	21.5	90.7
	4	22.8	100	21.8	96.6	21.5	94.3	20.0	87.7	20.3	89.0
	5	25.5	100	24.1	94.5	23.8	93.3	21.7	85.1	22.4	87.8
	6	23.5	100	22.3	94.9	21.8	92.8	20.0	85.1	20.6	87.7

3) 土塊構成の変化

土塊構成の時期的変化を、その対照が著しい3、4区について比較すると、両区とも融雪期迄は次第に小塊化するが、その後根の發育が旺盛になるに従つて小塊は細根の緊縛作用等によつて連結されるのに対し、大塊は依

然破碎される傾向が続く。但し、収穫時でも区による土塊の大小差は判然としている。次表で、3月22日の4区の測定値が特に小さいのは、融雪水による温潤のため、篩別中細塊化が行われたためである。(第3表)

第3表 平均重量—直径の変化(cm)

区別	調査月日	19/X	5/XII	22/III	13/VI
3	区(大 大)	14.74 (100)	12.86 (87.2)	13.08 (88.7)	13.77 (89.3)
4	区(小 小)	3.24 (100)	3.26 (100.6)	2.03 (62.7)	5.38 (166.0)

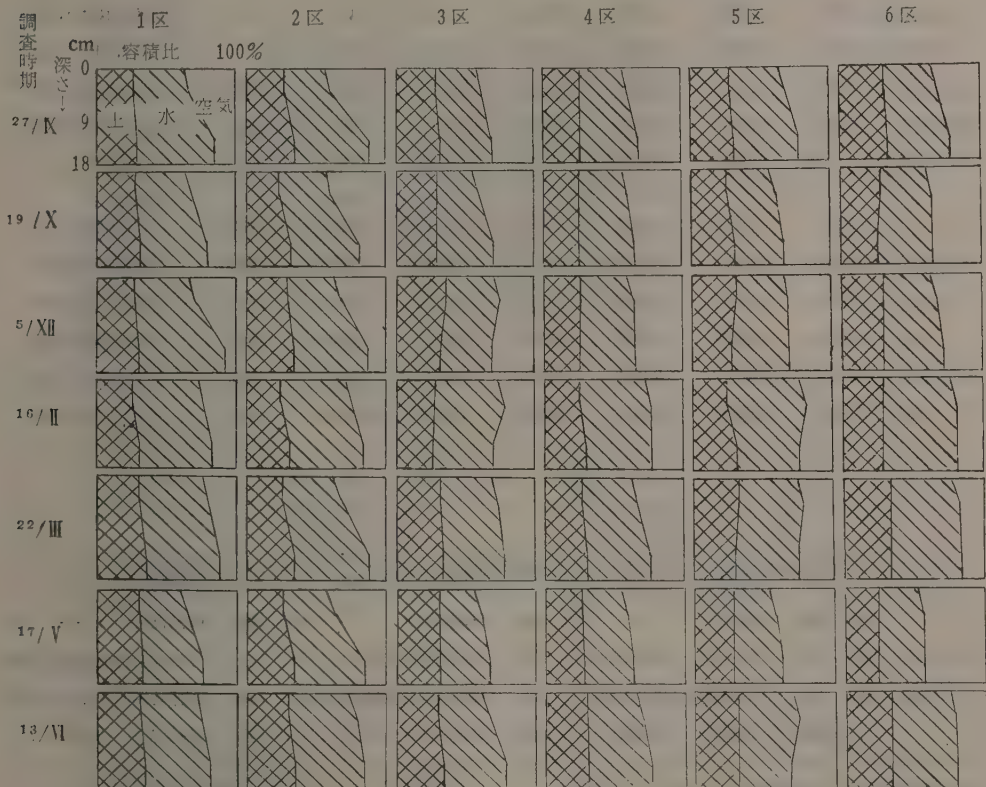
(註) 畦巾×50cm×畦高の間の土塊を篩別して調査

4) 畦内土壌気象

畦の中央部を上下の層別に調査した、畦内の固相(土壌実績率)・液相(含水率)及び気相(空隙率)の容積比

の時期的変化を第4図に示す。ここで、含水率は毛管孔隙率に、また空隙率は非毛管孔隙率に相当し、それぞれ畦内の小孔隙及び大孔隙の量を表現すると考えてよい。

第4図 畦内の土塊実績率・含水率及び空隙率



i) 土塊実績率 全期間を通じて、有芯区は無芯区より、また大塊区は小塊区より実績率が高いが、1～5%の水準では区間に有意差が認められない。

ii) 含水率 概して有芯区は無芯区より、また大塊区は小塊区より含水率が高い。全層及び下層において、

1・2区の含水率が他区より高いことが、1%の水準で認められた。含水率の時期的変動には、区間差がない。(第4表)

iii) 空隙率 含水率とは逆に、無芯区は有芯区より、小塊区は大塊区より空隙率が高い。1・2区的全層

第 4 表 容 積 含 水 率 (%)

测定月日		27/IX	19/X	5/XII	16/II	22/III	17/V	13/VI	平	均
全	1	48.1	44.7	51.0	50.6	51.6	38.1	44.7	46.97±4.77	
	2	42.9	44.7	46.0	50.8	49.2	40.5	45.7	45.70±3.52	
	3	38.3	39.2	41.3	48.6	45.2	35.3	41.7	41.40±4.44	
	4	37.8	37.6	40.4	49.1	43.4	33.2	42.4	40.60±5.08	
	5	41.3	36.8	41.1	50.7	46.8	31.6	41.4	41.40±6.23	
	6	38.8	37.6	41.4	51.1	49.8	31.1	46.4	42.30±7.20	
上	1	40.2	42.2	41.8	48.9	49.8	33.2	40.4	42.36±5.64	
	2	34.6	40.2	40.0	49.7	42.8	31.7	41.9	40.10±5.81	
	3	35.0	34.0	42.7	52.1	43.7	31.6	37.3	39.50±7.12	
	4	33.8	35.6	39.7	51.1	40.4	31.7	39.5	38.83±6.34	
	5	38.4	36.4	39.7	57.3	47.1	28.9	44.3	41.73±9.00	
	6	33.3	36.9	38.6	51.5	47.8	30.6	45.7	40.63±7.82	
下	1	56.0	47.2	60.1	52.3	53.3	43.0	49.0	51.56±5.70	
	2	51.1	49.2	51.9	51.8	55.8	49.3	49.4	51.20±2.34	
	3	41.6	44.4	39.9	45.1	46.6	39.0	46.1	43.23±3.06	
	4	41.8	39.6	41.0	47.0	46.4	34.6	45.3	42.24±4.40	
	5	44.1	37.2	42.5	44.0	46.4	34.2	38.5	40.99±4.34	
	6	44.2	38.3	44.2	50.7	51.8	31.5	47.1	43.97±7.12	

分 散 分 析 表

		全 層				上 層				下 層			
		自由度	偏 差 平方和	平 均 平 方	F	自由度	偏 差 平方和	平 均 平 方	F	自由度	偏 差 平方和	平 均 平 方	F
全	体	41	1275.05	—	—	41	1854.94	—	—	41	1575.80	—	—
処	理 間	5	242.69	48.54	12.5**	5	62.69	12.54	1.9	5	754.27	150.85	15.3**
ブ	ロ ッ ク 間	6	915.87	152.64	39.3**	6	1592.06	265.34	39.8**	6	525.80	87.63	8.9**
誤	差	30	116.49	3.88	—	30	200.19	6.67	—	30	295.73	9.86	—

t 0.01 で有意差 1>3, 4, 5, 6

の あ る 区 2>3, 4, 5

1>3, 4, 5, 6

2>3, 4, 5, 6

及び下層の空隙率は、他の区に比べて、1%の有意水準で明らかに低い。時期的な変動については、区間差が認められない。(第5表)

iv) 孔隙比 1・2区は、他区に比べて明らかに孔隙比が低い。逆に、4区は上層のみならず下層の値も、理想的な値とされている1.00に近い。(第6表)

第 5 表 空 隙 率

測定月日 区	27/IX	19/X	5/XII	16/II	22/III	17/V	13/VI	平 均
1	23.7	27.1	20.7	21.7	15.7	31.8	23.8	23.50±5.06
全 2	28.4	29.7	23.9	21.5	19.8	28.6	22.8	24.96±3.91
3	34.6	35.0	28.6	26.5	25.2	36.5	28.5	30.70±4.55
4	36.1	36.9	34.2	23.2	29.0	39.5	28.0	32.40±5.82
層 5	29.9	37.1	31.5	22.8	22.6	41.0	30.3	30.74±6.78
6	30.1	37.1	31.6	20.4	18.2	43.4	22.2	29.00±9.29
1	32.7	33.1	31.6	25.5	19.7	37.3	29.1	29.86±5.77
上 2	41.3	38.6	32.6	25.1	30.0	41.4	28.4	33.90±6.55
3	38.2	40.5	25.6	21.8	27.3	39.9	34.1	32.50±7.56
4	40.3	38.9	34.1	23.1	33.6	41.4	31.3	34.67±6.35
層 5	34.1	39.5	31.7	20.3	21.0	43.8	26.9	31.04±8.92
6	36.7	36.8	34.4	20.5	20.1	43.7	22.8	30.70±9.44
1	14.7	21.1	9.8	17.8	11.6	26.2	18.5	17.10±5.64
下 2	15.4	20.7	15.3	17.9	9.6	15.8	17.1	15.97±3.38
3	31.0	29.5	31.5	31.1	23.1	33.0	22.9	28.87±4.14
4	31.8	34.9	34.3	23.2	24.3	37.6	24.7	30.10±5.91
層 5	25.6	34.6	31.2	25.3	24.1	38.2	33.6	30.37±5.45
6	23.4	37.4	28.8	20.3	16.2	43.0	21.6	27.24±9.14

分 散 分 析 表

		全 層				上 層				下 層			
		自由度	偏 差 平方和	平 均 平方	F	自由度	偏 差 平方和	平 均 平方	F	自由度	偏 差 平方和	平 均 平方	F
全 体	41	1808.59	—	—		41	2190.99	—	—	41	2853.52	—	—
処 理 間	5	440.85	88.17	10.8**		5	126.83	25.37	2.3	5	1532.54	306.51	16.2**
ブ ロ ッ ク 間	6	1121.98	186.99	22.8**		6	1736.13	289.36	26.5**	6	801.76	133.63	7.0**
誤 差	30	245.76	8.19	—		30	328.03	10.93	—	30	569.22	18.97	—
t 0.01 有意差	1 < 3, 4, 5										1 < 3, 4, 5, 6		
の ある 区	2 < 4										2 < 3, 4, 5, 6		

v) 畦内の凍結 1月14日及び2月16日に、畦の断面について凍結状態を調べた。上層に大塊のある区の凍結が多い傾向があるが、区間の差は著しくなく、各区と

も表層4.5cm位と、西側の畦肩部に凍結が見られた。なお生育期間中の地表下10cmの地温には、区による差が明らかでなかった。

第 6 表 孔 隙 比

測定 区	月日	27/IX	19/X	5/XII	16/II	22/III	17/V	13/VI	平 均
全 層	1	0.493	0.606	0.406	0.429	0.304	0.835	0.532	0.5150±0.1709
	2	0.662	0.664	0.520	0.423	0.402	0.706	0.499	0.5537±0.1234
	3	0.903	0.893	0.692	0.545	0.558	1.034	0.683	0.7583±0.1874
	4	0.955	0.981	0.847	0.473	0.668	1.190	0.660	0.8250±0.2417
	5	0.724	1.008	0.766	0.450	0.483	1.297	0.732	0.7800±0.2950
	6	0.776	0.987	0.763	0.399	0.365	1.395	0.478	0.7376±0.3691
上 層	1	0.813	0.784	0.756	0.521	0.396	1.123	0.720	0.7304±0.2310
	2	1.194	0.960	0.802	0.505	0.704	1.306	0.678	0.8784±0.2901
	3	1.091	1.191	0.600	0.418	0.625	1.263	0.912	0.8714±0.3279
	4	1.192	1.093	0.859	0.452	0.832	1.306	0.797	0.9324±0.2879
	5	0.888	1.085	0.798	0.354	0.446	1.516	0.602	0.8134±0.4004
	6	1.102	0.997	0.891	0.397	0.421	1.428	0.499	0.8194±0.3928
下 層	1	0.262	0.447	0.163	0.340	0.218	0.609	0.378	0.3453±0.1513
	2	0.301	0.421	0.295	0.346	0.172	0.320	0.346	0.3144±0.0755
	3	0.745	0.664	0.789	0.690	0.496	0.846	0.497	0.6753±0.1361
	4	0.761	0.881	0.837	0.494	0.524	1.087	0.545	0.9323±0.2883
	5	0.580	0.930	0.734	0.575	0.519	1.117	0.873	0.7611±0.2215
	6	0.550	0.977	0.652	0.400	0.313	1.365	0.459	0.6737±0.3734

分 散 分 析 表

		全 層				上 層				下 層			
		自由度	偏 差 平方和	平 均 平 方	F	自由度	偏 差 平方和	平 均 平 方	F	自由度	偏 差 平方和	平 均 平 方	F
全 体		41	2.6433	—	—	41	4.0458	—	—	41	3.1064	—	—
処 理 間		5	0.5760	0.1152	12.1**	5	0.1945	0.0389	3.8**	5	1.3974	0.2795	14.9**
ブ ロ ッ ク 間		6	1.7832	0.2976	31.3**	6	0.5409	0.5901	57.3**	6	1.0570	0.1762	9.4**
誤 差		30	0.2841	0.0095	—	30	0.3104	0.0103	—	30	0.5620	0.0187	—
t 0.01 で有意差 の ある 区		1<3, 4, 5, 6 2<3, 4, 5, 6				1<4				1<3, 4, 5, 6 2<3, 4, 5, 6			

5) 地上部の生育
草丈は、積雪前は4区が、融雪後は4・6区がすぐれ、全期間を通じて5区及び上層が大塊の区が劣つてい

た。出穂は1・3区がやや早かつたが、出穂期並びに出穂前期には、区間の差は認められない。(第7表)
積雪前の草数は4区がすぐれ、1・5区が特に劣つて

第7表 草丈・稈長及び穂長

A. 測定値(単位cm)

区	月 日	10/X	28/X	8/XI	5/XII	28/III	16/IV	7/V	13/VI		
									稈長	穂長	節数
1		11.0	16.8	18.7	18.7	15.6	22.2	63.5	68.6	6.0	3.8
2		10.4	16.4	18.9	19.0	16.2	22.1	64.4	71.1	6.0	4.0
3		10.8	16.2	18.4	18.1	15.4	22.0	64.8	68.0	5.8	3.7
4		10.9	16.8	19.2	19.3	16.5	23.3	66.9	71.5	6.0	4.0
5		10.8	16.5	18.4	17.6	15.6	22.0	64.9	68.3	5.8	4.0
6		11.0	16.7	18.6	18.6	16.5	22.9	67.3	70.6	6.0	4.0

B. 比較及び統計処理結果

月 日	順位	区間F値	t _{0.05} で有意差のある区
10/X	1 = 6 > 4 > 3 = 5 > 2	2.28	4 > 5
28/X	1 = 4 > 6 > 5 > 2 > 3	2.38	
8/XI	4 > 2 > 1 > 6 > 3 = 5	0.37	
5/XII	4 > 2 > 1 > 6 > 3 = 5	3.06*	
28/III	4 = 6 > 2 > 1 = 5 > 3	0.55	
16/IV	4 > 6 > 1 > 2 > 3 = 5	0.61	
7/V	6 > 4 > 5 > 3 > 2 > 1	1.42	
13/VI	稈長 穂長 節数 4 > 2 > 6 > 1 > 5 > 3 4 = 2 = 6 = 1 > 5 = 3 4 = 2 = 6 = 5 > 1 > 3		

第8表 茎数及び穂数

A. 測定値(本150cm間)

区	月 日	10/X	28/X	8/XI	5/XII	28/III	16/IV	7/V	13/VI	有効茎歩合
									穂数	
1		67.1	102	196	277	393	389	181	174	44.7%
2		63.8	105	201	296	380	396	179	176	44.4
3		66.1	104	206	298	401	393	193	178	46.3
4		66.3	104	205	326	428	433	221	234	54.0
5		65.9	100	193	270	393	387	185	192	49.6
6		66.1	100	195	300	430	408	203	205	50.2

B. 比較及び統計処理結果

月 日	順位	区間F値	t _{0.05} で有意差のある区
10/X	1 > 4 > 3 = 6 > 5 > 2	0.29	4 > 1, 5
28/X	2 > 4 = 3 > 1 > 5 > 6	0.97	
8/XI	3 > 4 > 2 > 1 > 6 > 5	0.98	
5/III	4 > 6 > 3 > 2 > 1 > 5	3.95*	
28/XII	6 > 4 > 3 > 1 > 5 > 2	1.25	
16/IV	4 > 6 > 2 > 3 > 1 > 5	0.88	
7/V	4 > 6 > 3 > 5 > 1 > 2	1.79	
13/VI	4 > 6 > 5 > 3 > 2 > 1	8.81**	4 > 1, 2, 3, 5

いたほかは、他の区間には大差なかった。4区の優勢は収獲迄続くが、生育後期には、有芯区は茎数減少率が高く、有効茎歩合低く、従つて穂数も少ない。(第8表)

6) 地下部の生育

播種後1カ月目・根雪直前・伸長最盛期及び成熟期の4回、安間・小田氏法によつて根部を採取し、写真撮影した。各回とも有芯区は土塊の大小に拘わらず根群の發育が無芯区に劣る。土塊の大小別には、大塊区は根数は少く太根が目立つのに対し、小塊区は根数多く、特に細

根の発達が著しい。また、ポットに栽培した大麦を3回にわたつて掘り上げ、根部と地上部とに分けて秤量し、T-R率を求めたが、第9表の値は、必ずしも圃場調査の結果と一致しなかつた。これは、ポットの個体数も少なく、また有芯区でも、根がポットと下層未耕土の隙間を通つて、ポット下底部に迄蔓延していた等の事情によるものであろうが、土塊の大小別による細根発達程度の差異は、圃場における傾向とほぼ一致していた。なお、写真は4月19日の調査成績を示す。

第 9 表 T — R 率

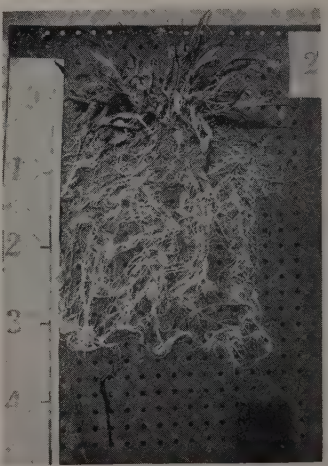
区 \ 月日	19/XII			19/IV			20/VI		
	茎 重	根 重	T-R率	茎 重	根 重	T-R率	茎 重	根 重	T-R率
1	6.5 ^g	9.5 ^g	146.2	8.8 ^g	5.1 ^g	57.4	50.4 ^g	17.1 ^g	32.0
2	6.3	8.8	140.0	9.0	6.3	70.4	78.5	28.5	36.2
3	3.4	5.3	140.0	18.5	10.3	55.9	82.0	32.0	39.0
4	5.8	5.8	100.0	18.6	8.8	47.3	64.0	17.5	27.3
5	3.7	4.0	109.1	10.3	9.5	91.9	34.8	14.8	42.4
6	6.2	7.7	124.3	11.6	6.2	52.9	59.8	30.4	50.9

第 5 図 地 下 部 の 状 態 (ポット栽培)

1区



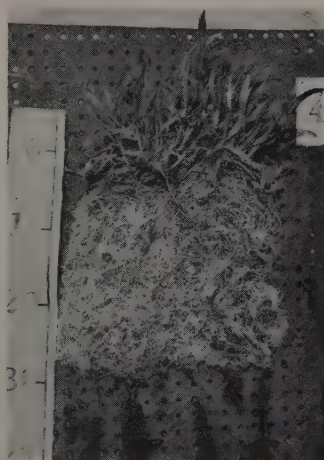
2区



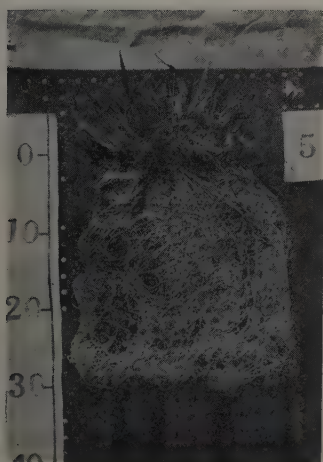
3区



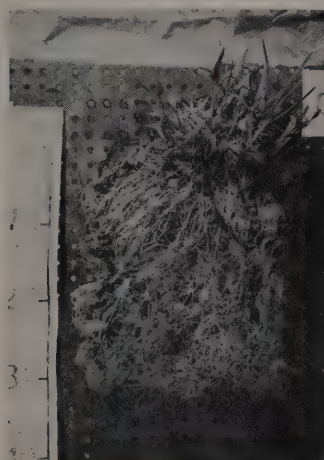
4区



5区



6区



第 10 表 収 穫 物 調 査 (1956)

区	平 1 穂 均 重	反 子 実 重(A)	反 当 稈 重(B)	$\frac{A}{A+B}$	反 子 実 容 量	子 1 升 実 重	子 1,000 粒 重
1	1.6 ^g	485.7 ^{kg}	689.4 ^{kg}	41.3 [%]	5.81 ^石	223 ^{kg}	25.4 ^g
2	1.6	462.7	763.4	33.7	5.41	226	26.4
3	1.4	475.4	617.3	43.5	5.66	224	26.0
4	1.5	524.7	825.6	38.9	6.19	226	25.6
5	1.5	494.2	667.9	42.5	5.91	223	26.0
6	1.6	508.5	804.3	38.7	6.16	220	25.4

反当子実重量分散分析表

要 因	自由度	偏差平方和	平均平方	F
全 体	23	3291.08	—	—
処 理 間	5	964.19	192.8	1.30
ブ ロ ッ ク 間	3	105.16	35.1	0.24
誤 差	15	2221.73	148.1	—

7) 収 量

第10表のように、収量には1〜5%の水準では、区間の差が見られなかつたが、両年度とも、無芯区は有芯区よりすぐれ、無芯区の間では小塊区が大塊区よりすぐれていた。各区の収量構成要素を比べると、穂重・穂長・1升重・千粒重等には大差なく、穂数の多少が主として収量を支配する。従つて、初期から生育のよかつた4・6区が特に多収であつた。

第 11 表 平均一重量一直径 (M.W.D.) と土壤気象との相関係数 (1955〜56)

調査 月日	M.W.D. : water %			M.W.D. : air %			M.W.D. : soil %			M.W.D. : 孔 隙 比		
	全	上	下	全	上	下	全	上	下	全	上	下
27/IX	+0.383	+0.784 [○]	+0.020	-0.338	-0.716 [○]	-0.211	+0.166	+0.087	+0.327	-0.398	-0.798 [○]	-0.126
19/X	+0.288	-0.006	+0.537	-0.119	-0.083	-0.226	-0.217	+0.110 [△]	-0.460 [△]	-0.191 [△]	+0.014 [△]	-0.346
5/XII	+0.415	+0.730	+0.093	-0.724 [△]	-0.697 [△]	-0.667	+0.566 [△]	+0.568 [△]	+0.821 [△]	-0.603 [△]	-0.739 [△]	-0.436
22/III	+0.592	+0.502	+0.606 [○]	-0.589 [○]	-0.489 [○]	-0.682 [○]	+0.528 [○]	+0.437 [○]	+0.823 [○]	-0.599 [○]	-0.506 [○]	-0.740
13/VI	+0.075	-0.407	+0.711 [○]	-0.238 [○]	+0.360 [○]	-0.735 [○]	+0.202 [○]	+0.232 [○]	+0.826 [○]	-0.248 [○]	+0.350 [○]	-0.697

(注) ○は相関係数の絶対値が、蓋然誤差の4倍より大きいもの。△は同じく3倍より大きいもの。以下の諸表も同様

第 12 表 生育とその当時の土壤気象との相関係数 (1955〜56)

A. 草 丈 : 土 壤 気 象

生育 層 調査 月日	種別 含 水 率			空 隙 率			孔 隙 比	土 壤 調 査 月 日
	全	上	下	全	上	下	全	
10/X	-0.028	+0.211	-0.134	-0.007	-0.617 [△]	+0.275	-0.731 [○]	27/IX
28/X	+0.045	+0.431	-0.199	-0.138	-0.676 [△]	+0.083	-0.079 [○]	19/X
8/XI	+0.548	+0.325	+0.645	-0.608	-0.559 [△]	-0.519	-0.574 [△]	"
5/XII	+0.428	-0.215	+0.489	-0.295	+0.601 [△]	-0.486	-0.410 [△]	5/XII
28/III	-0.062	-0.355	+0.239	+0.123	+0.363	-0.144	-0.121 [○]	22/III
16/IV	-0.318 [○]	-0.314	-0.172 [○]	+0.361 [○]	+0.342 [○]	+0.225 [○]	+0.379 [○]	"
7/V	-0.720 [○]	-0.351	-0.743 [○]	+0.769 [○]	+0.648 [○]	+0.723 [○]	+0.763 [○]	17/V

B. 茎 数：土 壤 気 象

生育調査月日	種別 層	含 水 率			空 隙 率			孔 隙 比	土 壤 調 査 月 日
		全	上	下	全	上	下	全	
10/X		+0.107	+0.416	-0.050 [△]	-0.031	-0.676 [○]	+0.239	-0.579 [△]	27/IX
28/X		+0.388	+0.055	+0.687 [△]	-0.388	+0.200	-0.558	-0.533	19/X
8/XI		+0.183	+0.490	-0.167	-0.114	-0.275	-0.038	-0.103	"
5/XII		+0.448	+0.218	-0.441	+0.499	+0.234	+0.439	+0.459	5/XII
28/III		-0.351	-0.135	-0.393	+0.354	+0.091	+0.437	+0.371	22/III
16/IV		-0.542	-0.585	-0.263 [△]	+0.593	+0.707	+0.404	+0.606 [△]	"
7/V		-0.588	-0.043	-0.659	+0.197	+0.273	+0.647	+0.589	17/V

4. 考 察

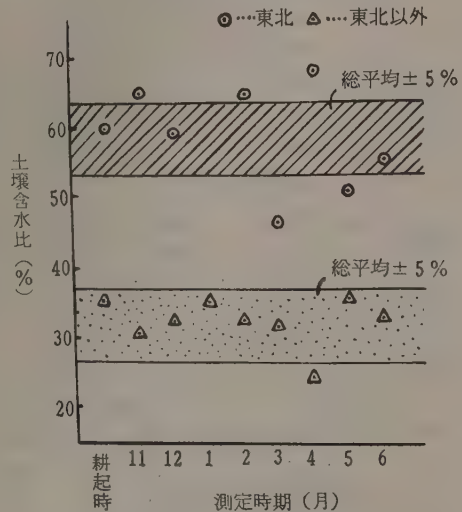
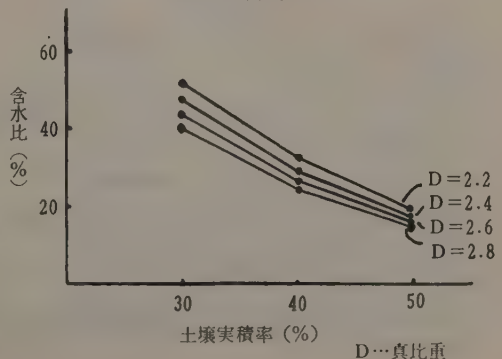
2カ年にわたる試験成績は、一般に小塊無芯の畦では、土壤空隙率・孔隙比が高く、大麦の生育・収量がまざる傾向を示した。各測定値について、必ずしも区間の有意差が認められないにせよ、この傾向を承認しても差支えないことは、土壤構成対土壤気象、及び土壤気象対生育の相関を一括した第11・12表からもうかがわれる。すなわち、土壤の大きさと、含水率・土壤実積率との間には正の、空隙率・孔隙比との間には負の相関があり、また、特に降水量の少ない場合を除き、空隙率及び孔隙比は生育量に対して正の相関関係をもつといつてよさそうである。

ところで、耕地条件を異にする場合、これらの諸関係はどうなるであろうか。第13表は、本実験と同一設計の下に東北各地の試験場で行なつた実験結果の概括である。但し、盛岡以外では、5・6区を除いた4区制とし、畦立も実際の農機具を用いて行つた。

一般的に、有芯畦は無芯畦に比べて大麦が減収しているが、土壤の大小別には傾向が一樣でない。すなわち、大塊区が増収を示したのは、小牛田・大曲の2カ所で、ほかはいずれも小塊区が大塊区にまさっている。但し、山形及び藤島の一部ブロックで逆に大塊区の方がすぐれている例があるが、これはいずれも排水不良で裏作経歴のない水田に見られる。次に収量の多少と、畦の状態とを比べて見ると、土壤空気が多い区が多収であるという一般的傾向を認めることができよう。この傾向は果して偶然の一致であろうか。

第6図は、全国19カ所の試験研究機関で行われた、水田裏作耕起法に関する実験成績^{5) 7)} (1952~55)の中から、ロータリ耕された巾5~6尺の畦内土壤水分の月別

第6図 裏作畦内土壤水分

第7図 孔隙の $\frac{1}{2}$ を非毛管孔隙が占めるための限界含水比

第13表 連続試験成績大要

項目	場所	仙台	台山	山形(1)	山形(2)	藤島(1)	藤島(2)	小牛田	盛岡	大曲
圃場条件	土可地	性位	C. L. 弱低	C. L. 中低	C. L. 中高	F. S. L. 弱低	F. S. L. 弱高	C. L. 強高	C. L. 弱中低	C. L. 強高
畦の外	沈雑	下水	下草	下草	下草	下草	下草	下草	下草	下草
畦の内	土	土	土	土	土	土	土	土	土	土
内部	水	水	水	水	水	水	水	水	水	水
凍	空	空	空	空	空	空	空	空	空	空
生	草	草	草	草	草	草	草	草	草	草
育	茎	茎	茎	茎	茎	茎	茎	茎	茎	茎
根	根	根	根	根	根	根	根	根	根	根
収	量	量	量	量	量	量	量	量	量	量

(註) 大は大塊区, 小は小塊区, ○は有芯を示す。

平均値を算出し、それらを東北6県とそれ以外の地域とに大別して図示したものである。これによると、東北の水田稜作の畦内土壌水分は、他の地域に比べて著しく多い。今、4種の真比重の土壌を仮定し、その孔隙比が1を保つための重量含水比を算出して見ると、その値は、第7図の曲線で示される。含水比がこの曲線より上の範囲の値を占める時は、孔隙比は1以下となり、水分過剰・空隙過少の状態になる。従つて第6図に現われている、平均60%に近い東北水田稜作畦の含水比は、第7図と対比すれば、作物生育の好適条件の限界をこえた過剰な値であるといえよう。

連絡実験において土壌空気の高い区が増収を示したことは、以上のような、東北水田稜作の土壌水分の特質から理由付けできるであろう。ここでもう一度第13表をふり返つて見れば、一般に耕土の可塑性が弱〜中で排水条件のよい場合は、ロータリ耕のような小塊耕が多収を示し、逆に、小牛田・大曲など、耕土の可塑性が強くて地下水位の高い場合、及び山形・藤島のように塑性は強くなくても稜作経歴がなく、すなわち耕土の畑地化を経験せず且つ排水の悪い圃場では、犁耕のような大塊耕が好成績を上げたのである。

要約すれば、生育の場としての畦の機能に求められる一般的条件は、積雪寒冷地帯では、畦内の非毛管孔隙率の確保であつて、土塊構成はその条件をもたらしための手段である。そして、土塊構成と非毛管孔隙率との関係は、耕地条件によつて一様に律することはできないということが、本実験の結論である。ただ、連絡実験では、耕地条件、具体的には耕土の土性と乾湿について、すべての組合せを網羅していないので、結論の後段についての一般的法則性を見出すことはできなかった。従つて、われわれの次の研究は、この点の解明に向けられなければならない。

実験Ⅱ 土壌結持力及び耕耘法と非毛管孔隙率との関係について

1. 実験の目的

実験Ⅰの結果から、東北水田稜作大麦の生育収量に対して重要な関係をもつ非毛管孔隙率の現われ方が土性や土壌水分によつて、犁による大塊耕とロータリによる小塊耕とで、一様でないことが明らかになり、この間の関係を見出す必要が課題として提起された。土性及び土壌水分という静的な指標は、耕耘作用と関連させる場合、土壌結持力 **Consistency** という動的な指標に総合して

考えた方がつごうがよいと思われるので、これを第1次与件とし、耕耘法を第2次与件として、耕耘後の土壌非毛管孔隙率を測定する、室内実験を行なつた。

2. 実験の方法

1) 供試土壌

表のように対照的な性状の、東北農試盛岡試験地（盛岡市）と同栽培第1部（大曲市）の水田耕土を風乾し、巾60cm・長さ3m・深さ10cmの土槽につめ、加水して代掻操作後、所要の含水率迄乾燥した。土壌の乾燥には、ビニール温床線（1kw）と赤外線ランプ（250w 5個）を併用した。

第1表 供試土壌の性状

項目		盛岡	大曲
真比	重	2.59	2.61
機械的分	砂	69.95%	26.58%
	微砂	16.49%	32.24%
	粘土	13.56%	41.18%
土性		砂壤土	埴壤土
結持力	塑性上部限界	41.8%	48.1%
	" 下部限界	34.0%	32.2%
	収縮限界	26.4%	25.1%
	塑性指数	7.8%	15.9%
結持力から見た土性		弱可塑性	強可塑性

2) 耕耘用機具

次のような縮尺3/4の模型を自製した。

第2表 耕耘用機具

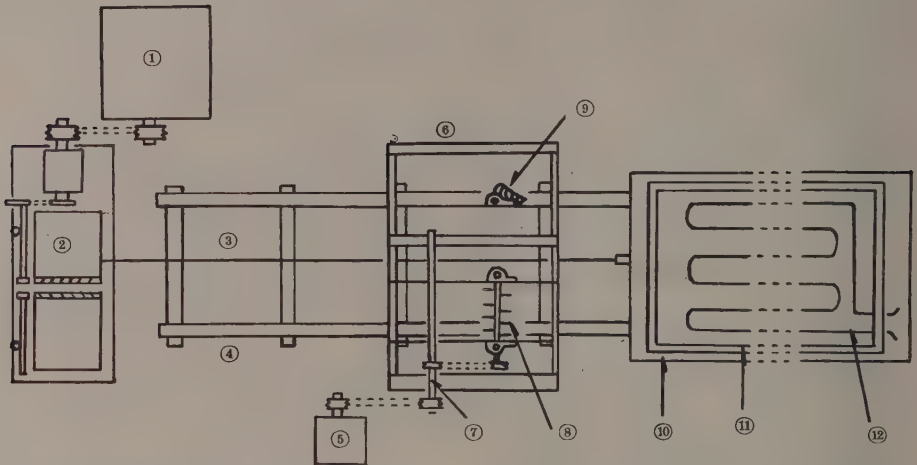
機種	単用型	ロータリ
モデル	高北式土の母号	クボタ式KM型
走行速度	0.46m/sec	0.32m/sec
爪形状		普通爪
爪数		10本

（註）走行速度は、ここでは土槽の牽引速度。

3) 運転試験装置

図のように、加減速度電動機駆動ウインチによつて、レール上の土槽を牽引し中間の架橋に固定した犁またはロータリで耕耘した。土槽牽引速度は、川村氏⁴⁾により実際の圃場標準走行速度の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ とした。

第1図 実験装置



① 加減速度電動機(ウインチ駆動用) ②ウインチ ③ワイヤロープ ④レール ⑤ロータリ駆動用電動機 ⑥ 器具固定用ブリッジ ⑦伝導軸 ⑧ロータリ ⑨和犁 ⑩牽引台車 ⑪土槽 ⑫電熱線

第2図 室内耕起実験

A. ロータリ耕



B. 犁耕



4) 主な測定用器具

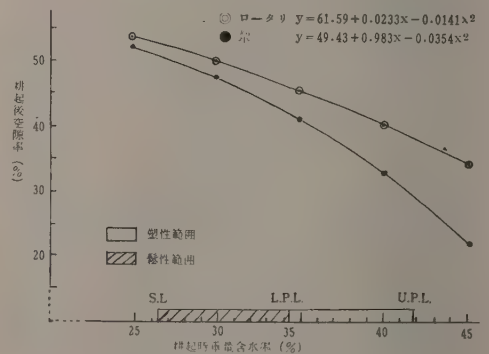
ビベット分析装置・液性限界測定装置・塑性限界測定装置・収縮限界測定装置・赤外線水分測定器・実容積測定装置・指示回転計等。

3. 実験の結果

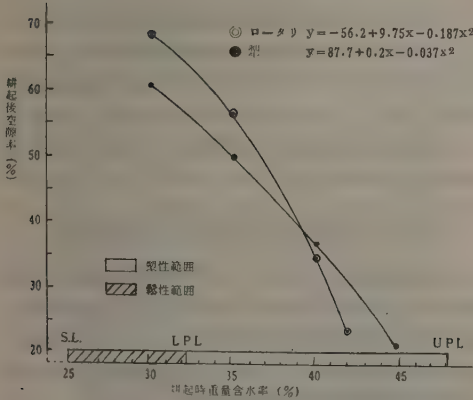
含水率を測定した土壌を、写真のように耕耘し、耕耘土壌の空隙率を測定した。その結果から最小自乗法で得た関係曲線を第3図に示す。

第3図

(A) 盛岡水田土壌



(B) 大曲水田土壤



耕起時の含水率が高まるにつれて、耕起後の空隙率は低くなる。特に、含水率が塑性下部限界より高くなると、この低下率が著しい。しかし、曲線の下り方は、土壤・耕耘法によって異なる。土壤別には、塑性の弱い盛岡土壤よりも、塑性の強い大曲土壤の方が低下率が大きい。耕耘法別には、盛岡土壤では犁耕の方が、また大曲

土壤ではロータリ耕の方が、塑性範囲に入ってから空隙率低下が大きい。但し、水分が鬆性の範囲では両土壤ともロータリ耕の方が、犁耕よりも空隙率が高い。

4. 考察

この室内実験によつて、Iの圃場実験で残されていた、非毛管空隙率を高めて裏作の多収を計るには、耕地条件に応じてどのような土塊構成(耕耘法)を選ぶべきかという問題が明らかにされた。すなわち、耕土の含水率が塑性下部限界に達しない場合は、ロータリ耕が有利であるが、耕土がそれ以上湿潤な場合は、塑性の弱い土壤にはロータリ耕を、反対に塑性の強い土壤には犁耕を選ぶことが望ましい。

ところで、われわれはこれ迄実験方法の単純化を計るため、モデル畦による実験と室内実験という方法をとってきた。連絡実験においては実際の農機具を利用したが、それとても極めて類型化された4種の畦について行われたにすぎない。そこで、以上の実験結果と、農家圃場における耕耘法と畦内土壤気象に関する実態を対比することによつて、実験結果の普遍性をたしかめようとして現地調査を行なった。

第3表 現地調査結果の概要

農家番号	土性	耕盤の硬さ	下層土	地下水位	塑性指数	耕起時の状態	使用農具	爪ピツチ又はカラ数	畦巾	畦高	容積含水率	非毛管孔隙率
1	砂壤土	1.8	砂	>3	5.5	やや湿	ロータリ	細	6.5	0.4	52.2	21.4
2	壤土	1.6	"	2~3	7.5	湿	クランク	粗	6.0	0.6	52.2	20.2
3	埴壤土	1.6	粘土+泥炭	<1	9.5	やや湿	"	細	5.0	0.6	52.2	12.7
4	埴壤土腐植に富む	1.8	"	>3	11.7	やや乾	"	"	2.8	0.5	50.5	25.0
5	壤土	1.6	粘土+砂	>3	12.0	やや湿	"	"	5.5	0.55	57.8	11.6
6	"	1.6	粘土+微砂	2~3	9.6	やや湿	ロータリ	"	5.2	0.55	56.5	13.5
7	埴壤土	2.1	粘土	1~2	10.8	やや湿	クランク	粗	6.0	0.5	49.9	22.6
8	"	1.7	"	>3	9.5	やや湿	ロータリ	細	4.4	0.4	55.2	18.5
9	"	1.6	"	1~2	9.5	湿	"	"	4.0	0.4	49.6	19.0
10	"	1.6	"	1~2	12.5	湿	"	粗	3.5	0.5	47.7	27.4
11	"	1.4	粘土+微砂	2~3	18.2	やや湿	クランク	細	6.0	0.6	70.5	4.8
12	壤土	2.2	壤土	>3	11.5	やや湿	クランク	"	5.5	0.6	68.2	11.7
13	"	2.3	粘土+砂	2~3	7.5	湿	ロータリ	粗	平畦	0.45	58.2	10.2
14	埴壤土	1.6	粘土	1~2	9.5	やや湿	普通犁	"	6.0	0.50	47.1	23.3
15	埴壤土	2.6	"	>3	11.0	やや乾	普通犁	"	5.6	0.45	52.8	25.2
16	砂壤土	2.5	砂	>3	5.1	やや湿	"	"	4.5	0.40	61.4	16.7
17	"	2.5	"	>3	5.6	乾	二段犁	8カラ	5.0	0.45	47.5	27.9
18	壤土	2.5	壤土	>3	8.0	やや湿	"	6カラ	4.0	0.55	58.6	16.4
19	"	2.7	砂礫壤土	>3	7.5	乾	"	"	平畦	—	53.8	24.4

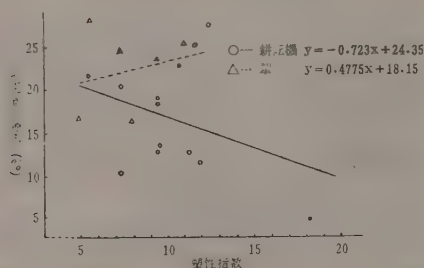
(註) 耕盤の硬さは山中式硬度計による測定値

裏作率がなるべく高く、近接地内に各種条件の圃場があり、しかも犁耕・ロータリ耕が併存していることを条件として、岩手県水沢市佐倉河町字満倉と、同江刺郡江刺町愛宕とを調査地を選び、1956年11月中旬、岩手農試農機具部の協力を得て、現地測定を実施したのである。結果を第3表に概括した。

この年の秋は、10月以降多雨天候が続き刈稲は調査時期にもほとんど脱穀できずに杭掛けされたままの状態であり、調査期間中も連日の雨に悩まされた。従つて、調査圃場は、ほとんど例外なく過湿状態であつた。

畦内土壌気象（ここでは非毛管孔隙率）は、土壌本来の性質（ここでは塑性の強弱）、自然環境としての水及び人為的与件としての耕耘法の総合的表現と考えられるが、この調査のような多湿気象条件の下では、塑性の弱い土壌では、耕耘法による畦内土壌空気の違いは、水分条件のかけにかくれて判然としなかつた。しかし、塑性の強い土壌では、ロータリ耕よりも犁耕の方が畦内非毛管孔隙率の確保に有利であるという、耕耘法の違いがかなり明らかに認められる。（第4図）このことは、圃場・室内実験結果とよく一致する。

第4図 土性と非毛管孔隙率



実験Ⅰ及びⅡの摘要

水田裏作物の生育の場としての畦の機能を明らかにしようとして、畦内土壌構成を異にする6種のモデル畦について圃場実験を行ない、また、内4種の畦について、盛岡以外の5カ所において連絡実験を行なつた。更に、これらの実験成績の普遍化をはかるために、室内における模型耕耘実験と現地測定調査を行なつた結果、次のような結論を得た。

1) 積雪寒冷地帯の裏作畦は一般に土壌水分過剰の状態にあるので、収量の安定をはかるには、畦内の非毛管孔隙率を高からしめるような土壌構成を選ぶことが必要である。

2) 塑性の弱い耕土の場合は、ロータリ耕が犁耕よりも、逆に塑性の強い耕土の場合には犁耕がロータリ耕よりも、それぞれ耕耘後の非毛管孔隙率を高からしめる。但し、土壌水分が塑性下部限界を越えない限りは、土性のいかにかわらず、ロータリ耕の方が耕土を膨軟にする。

3) 有芯畦は、空隙過少な未耕部を含むために、一般に無芯畦よりも減収し易い。

第1・2報を通じての要約と今後の展望

農業生産技術が、耕地ないし耕土の制約を極めて強く受けることは今更いう迄もない。農機具利用技術を、労働対象である土壌なり作物なりのもっている潜在的能力を顕在化する技術であり、従つて生産の可能性を現実性に転化する契機であると理解する限り、これまた、巨視的には耕地の、微視的には耕土の制約を免れないことを認めざるを得ない。ところで、耕地なり耕土なりは、農機具利用の場であり人間労働の場であるとともに、作物生育の場をも兼ねている。そして、このように労働生産力発現の場であると同時に土地生産力発現の場でもあるという2つの機能が、実際の生産過程で矛盾し合うことが少なくない。みやすい例を引けば、裏作畦の高さは、労働節減の立場からはより低いことが望まれる反面、湿害回避の立場からはより高いことが望まれて、その対立の調和点が現実の畦高として現われる。われわれは、こうした耕地ないし耕土の機能の二面性を統一する技術を、広義の農機具利用技術、あるいは作業技術と考える立場をとつた。

ここ数年間における水田裏作に対する農機具利用研究の数は必ずしも少なくない。しかし、上のような立場から見ると、これらの研究の多くは、次の2つの点で多くの問題を残している。第1は、労働の量についての把握はかなりなされているが、労働の質を、作業工程のつながりに関連させてとらえていない。このことは、作業技術の体系化には欠くことのできない条件であるが、ほとんど空白のままに残されている。第2は、農機具利用の価値判定の指標を、直に作物の収量に求めている点である。しかし、作物の収量を支配する要因は、もちろん、作業の方式や農機具利用の方法だけではない、これらの与件より気象・作物の特性・施肥法・病害虫の発生等の条件の方が、はるかに大きい支配要因となる場合すらある。従つて、農機具利用と作物の生育・収量を結びつける前に、農機具と土壌とのかかわり合いをもつと解明する必要があると考えた。

水田裏作におけるわれわれの作業技術研究は、以上のような立場の規定と研究の現況分析から出発し、表作・裏作の転換の契機である畦立法に具体的な研究の対象をおき、畦の機能を2面に分けて明らかにしようとした。そして、圃場実験を中心手段としながら、室内における模型耕耘と現地における測定調査を併用し、更に、耕地条件による技術の変異を見るために、東北各地における連絡実験を併行して実施した。

このような、問題意識の明確化と、研究方法の総合化とは、作業技術という、未発達な研究分野に対しては、甚だ必要且つ有効であると考えられる。

前報¹⁰⁾では、作業の体系的合理化の面から、簡易畦立に始まるカルチベーター貫作業の有利性を実証するとともに、その一層の改善のための対策を実験的に明らかにした。本報では、畦内の非毛管孔隙率の重要性を明らかにすることによつて、これまでよるべきところが不確定であつた、耕地条件に応じた耕耘方式の選択に、やや具体的な基準を提示することができた。

非毛管孔隙率が作物生育に対してのもつ重要性は、近年次第に明らかにされつつある²⁾が、ここでは、非毛管孔隙率の一般的意義が重要なのではなく、秋の多雨・冬の積雪・春の融雪によつて土壌水分が裏作期間を通じて過剰であるという、東北地方の特質に照して、非毛管孔隙率のもつ意義を明らかにしたことが重要なのである。

また、耕耘方式選択の指標として提示された土壌の結持力は、農機具利用が土壌に及ぼす作用に関連があるばかりでなく、土壌が農機具に及ぼす作用、すなわち農機具の入力にも密接な関連をもつ³⁾。従つて、農機具利用技術と栽培技術との統一の上に作業技術を確立しようとする場合に、土壌結持力の問題は有効な媒体としてはたらくてあらうと思われる。

ところで、ここに二つの疑問が残る。

一つは、非毛管孔隙率を考える場合の土壌構造の規模についてである。すなわち、われわれは、農機具利用と畦の内部形状との関連を、畦内土塊構成という、かなり巨視的な構造を足がかりとして考えてきた。しかし、同じく土壌を剪断・圧縮・反転・投てきして耕耘する機具であつても、犁の作用が比較的緩慢かつ連続的であるのに対し、ロータリ作用はかなり急激であり、爪と土との接触は連続的でない。従つて、両者の耕耘結果の相異は、単に土塊の大きさに現われるばかりでなく、その形状⁴⁾から、更に土塊内部の微視的な構造の差異に迄も及ぶ筈である。そして、非毛管孔隙率の問題は、耕耘された土壌の粒状化度その他の微視的な構造と関連して解析

されるべきではないかという疑問である。これは、正にその通りであり、耕耘用機具の作用と、土壌の理化学性との関連について、われわれは今後更に研究を掘り下げなければならない。ただここでは、実際に農機具を用いて行われた連絡実験の結果と、モデル化を徹底して行なつた盛岡における実験結果とが、耕地条件が同様である限りにおいて一致したことだけをあげておこう。

もう一つの疑問は、畦のもつ機能の二面性の統一についてである。畦の機能を、労働の場としての側面と、生育の場としての側面とに分けたことは、あくまでも研究上の便法にすぎず、両者の結果は当然総合されなければならないが、そこになお問題が残っていないであらうか。例えば、作物の生育上、耕地条件から見て、犁による大塊耕が望ましくても、作用巾の関係で、犁耕の能率は、同じ大きさの原動力を前提とすれば、ロータリ耕よりもかなり劣らざるを得ないではないか。また、耕地条件に従つて犁耕を選ぶことと、第1報でカルチベーター貫作業の有利性を立証したことと、どのように調整されるのであらうかなど。

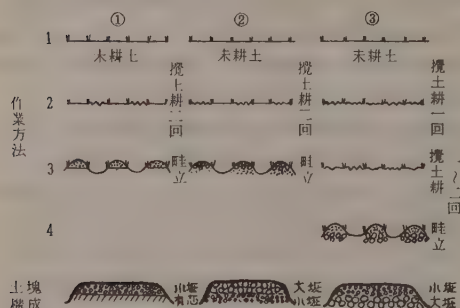
これに対する解答も、第1の疑問に対するのと同様、将来の研究にまたねばならない点が多い。しかし、カルチベーターの発生の歴史と最近における汎用小型トラクタの発達とが、将来の展望についての手がかりを与えてくれるように思われる。欧米では、カルチベーターという概念は、Grubber-type または Bar-type の碎土機から、いわゆる中耕除草機に至る迄、作物栽植の前後に使用される、Frame またはその Gang と各種の Tine・Shovel または Sweep 等から成る農耕作業機を広く包括し、更に近年は、その用途を播種・施肥・地下部の収穫等にも拡大している^{5) 6)}。従つて、本質的にはいわば一種の多機能犁⁷⁾と考えることができるし、その Frame は、小型トラクタの発達に伴つて、現行の段付3角形の形状を固守せず、より汎用的な Tool-Bar 的な形態に変化して行くであらう。

註) わが国でも、⁸⁾起耕反転カルチベーターと名付けられた一種の多機能犁が昨今市販されている。この構造は基本的には畜力一頭引カルチベーターと異ならないが、従来の Tine が土壌を攪碎することを主体としているのに対し、犁のように捻曲した作用面によつて、耕土を反転することに狙いがおかれ、土塊も比較的大きい。

もつとも、わが国で現在一般にカルチベーターと呼ばれている作業機でも、掘土耕の方法によつては、第5図のように畦内土塊構成を調節することもできるけれども、根本的には、上にのべたような方向に発展させるべきで

あろう。

第5図 攪土耕の方法と畦内土塊構成



このような、小型トラクタの発達とカルチベータの性格拡張の要請に対して、われわれは、1956年から開始した「カルチベータの汎用化に関する研究」によつて応えたいと思っている。

引用文献

- 1) BAINBR, R., KEPNER, R. A. and BARGER, E. L. 1955. Principles of Farm Machinery (New

York) : 201~204.

- 2) BAVER, L. D. 1948. Soil Physics (New York) (野口弥吉及び福田仁志訳) : 174, 317, 323.
- 3) 同上 : 329.
- 4) 川村登. 1954. 模型プラウの相似法則について. 農業機械学会誌, 16 (1, 2) : 33~35.
- 5) 森周六, 1955, 合理的耕耘法に関する研究報告. 2 (日本農機具工業振興会) : 55, 77, 170, 197, 224, 238, 239.
- 6) 中村忠次郎. 1954. 動力耕耘機に関する研究 (第1報). 動力耕耘機の型式とそれによる土壌構造について. 農業機械学会誌, 16 (1, 2) : 10~11.
- 7) 農林省農業改良局. 1955. 動力耕耘機に関する試験成績 : 259, 274, 275.
- 8) SMITH, H. P. 1955. Farm Machinery and Equipment (New York) : 174~178, 224~237.
- 9) 涌井学. 1956. 麦類栽培における省力化の問題点 農業技術, 11 (12) : 487.
- 10) 涌井学, 高橋幸蔵, 池田一朝, 月館鉄夫及び金田一禎造. 1957. 水田裏作の作業技術に関する研究. 第1報 労働の場としての畦について. 東北農試研究報告, 13 : 113~135

Résumé

In order to throw light upon the function of ridges in case of growing grounds of winter crops on paddy fields, several experiments were done in series.

First, field experiments on the composition of clods in modeled ridges were carried out at Morioka-shi, in co-operation with other experiment stations at Kogota-cho, Sendai-shi, Omagari-shi, Yamagata-shi and Fujishima-cho.

Next, indoor experiments on the effect of tillage on non-capillary porosity were performed for the generalization of the results obtained by field experiments.

Last, surveys on farmer's fields were done so that our experimental results might be compared with the actual conditions in farm-villages.

Above studies have pointed out some conclusions as follows:

1. It is important for the stabilization of yields to select such a composition of clods as raises the rate of non-capillary pores in ridges, because ridges of winter cropping on paddy fields are generally overwet in our snowy and cold district, Tohoku.
2. When soil is not so plastic, the composition of small clods by a rotary tiller or a cultivator raises the rate of non-capillary pores. On the contrary, the composition of coarse clods by a plow is preferable in the soil of high plasticity. But, as far as the

moisture content in soil is kept less than the lower plastic limit, a rotary tiller or a cultivator makes soil more porous than a plow, regardless of soil consistency.

3. Owing to the lack of porosity, semi-cultivated ridges tend to produce less yields than thoroughly cultivated ridges.
4. Considering the results in this paper together with those which we previously reported, the rationalization of cultivating system being compatible with both labour saving and high production depends chiefly upon the development of small tractors and the enlarged utilization of cultivators.

酪農経営設計に関する研究

——青刈作物の時期的利用計画設計の
ための計測方法について——

中 西 三 郎

Studies on the planning of dairy farming

On a calculation method for planning
the seasonal utilization of soil crops

Saburo NAKANISI

1. 緒 言

酪農経営にとって、飼料作物をどれ程作付けすべきかという問題は単純ではない。

すなわち、経済的には、自給すべきか、購入すべきかの損得の問題を考慮しなければならないし、経営的にもその他の飼料資源との関係を考慮しながら乳牛頭数に見合う量（物的均衡）を作付ける。労力の調整を考える。技術的にも、飼料構成上養分効率を考えなければならない。というようにいろいろの面から検討されて始めて、どれ程作付けすべきかが決定されるのである。

この報告では、飼料の生産量と必要量の、物の釣り合いの面から、科学的に利用計画を樹てる方法を述べる。

この場合、濃厚飼料であるとか、粗飼料の中、サイレージの原料（玉蜀黍、ライ麦等）や、根菜類、乾草類のように収穫時期が決っているものについては反当収量の予想も比較的簡単につくので、どれ程の面積を作ればよいか、あるいは、乳牛頭数に対して過不足を生ずるかどうかの計測は簡単に出来る。しかし、青刈作物のように作物の生長に従って、長い期間に亘って刈取利用されるものは、その収量も時期によつて変化するのでなかなか計測出来ない。

しかしながら、生草は乳牛を飼養するにあたって、ほとんど絶体的といつてもよい程、自給生産を要請される。

生草を春から秋にかけて切目なく、しかも過不足を生じないように利用していくためには、経営設計の際、科学的な根拠に基づいて計測することが必要になつて来る。

われわれは青刈作物について、1つの計測方法を考案したので、次に報告する。

なお、この研究を取纏めるにあたって金森研究室長並びに伊藤喜一技官の御指導と御協力を得たことを感謝する。

2. 計測方法の考え方

ある面積（S坪）の青刈作物を毎日 a kg ずつ刈取つていくとすれば、1日の刈取面積（単位：坪）は

1日当り刈取量
坪当り生草量(kg)となる。こうやつて毎日刈取られた面積の合計が作付面積に一致した時、刈取りが終つたことになる。すなわち、次の式が出来る。1日当り刈取量を a kg, t 日目の坪当り生草量を x_t kg, 作付面積を S 坪とすると

$$\frac{a}{x_1} + \frac{a}{x_2} + \frac{a}{x_3} + \cdots + \frac{a}{x_t} = S$$

$$a \left(\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \cdots + \frac{1}{x_t} \right) = S$$

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \cdots + \frac{1}{x_t} = X_t \text{ とおく}$$

$$a \cdot X_t = S \quad \therefore X_t = \frac{S}{a} \text{ --- ①式}$$

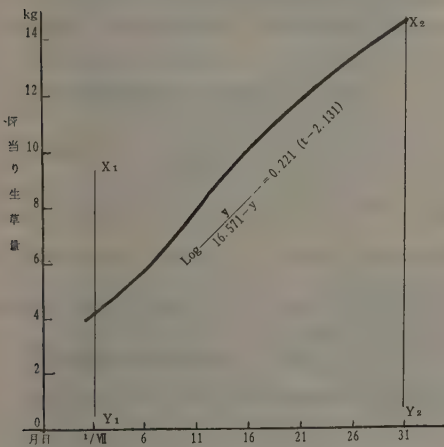
すなわち、①式は坪当り生草量の逆数の和が作付面積を1日当り刈取量で割つた数値に等しくなる時が刈取最終時期であるということを表わしている。

坪当り生草量 (x_t) の変化は Robertson の単分子自己触媒作用に関する方程式⁽²⁾⁽¹⁾によつて表わされ、普通、生育曲線といわれているものであり、S曲線状に変化する。

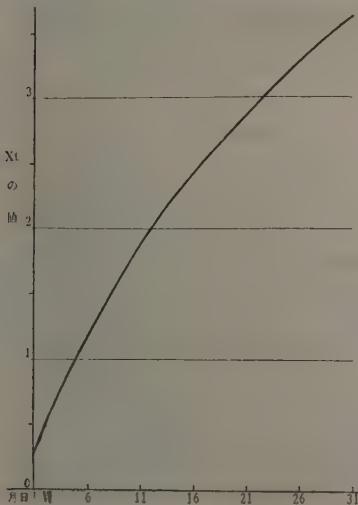
各種青刈作物の坪当り生草量の変化は、ある条件下（同一環境、同一栽培法）では作付面積の如何を問わず一定しているので、あらかじめ各種青刈作物の坪当り生草量の変化を調べておけば、その逆数及び逆数の和(X_t)を表わす曲線も導き出される。

第1図は東北農試農業経営部経営試験酪農型実験農場で栽培された青刈玉蜀黍の坪当り生草量の変化をRobertsonの方程式によつて"smoothing curve"に修正したものであり、第2図はその坪当り生草量の逆数値を累

第1図 5月上旬播青刈玉蜀黍生育曲線



第2図 青刈玉蜀黍坪当り生草量逆数累算曲線



算した値の変化を表わした曲線、すなわち、 X_t を表わした曲線である。

縦軸の目盛は①式から理解されようが、面積を1日当り刈取量で割つた値を表わしている。

〔註〕 Robertsonの単分子自己触媒作用に関する方程式

$$\log \frac{y}{A-y} = K(t-t_1)$$

A : 生長最大点の重量あるいは長さ

y : t時における生長量

t_1 : $y = \frac{A}{2}$ に達する時期

K : 恒数

3. 具体的な計算のしかた

計算は上記した①式と坪当り生草量の逆数を累算した曲線（第2図の如き）とを用いて解くのであるが、ここでは前述の青刈玉蜀黍を例にして計算方法を説明する。

計算にあつて、その青刈作物が何時頃から刈取可能になるか、何時頃迄刈取ることが出来るかを決めておくことが望ましい。経営試験では第1図の X_1Y_1 の線及び X_2Y_2 の線はそれぞれ刈取始期と刈取終期を表わしたものであるが、われわれは刈取始期を草丈（青刈玉蜀黍は草丈1m、麦類等は50cm等）で決め、作物が硬化し家畜の嗜好性が劣る時期を終期としている。これ等、始期及び終期は絶対的な時期ではなく、経営条件によつて想定すればよい。（例えば、労力の余裕がある場合には草丈が短くとも労力をかけて刈取ることもある。）

1) 作付面積を計算する方法

7月1日から7月25日迄毎日120kgの青刈玉蜀黍を刈取給与するためには何反歩作付けたらよいか。

第2図から7月25日の X_t の値は約3.2

$$\text{第1式に代入すると } 3.2 = \frac{S}{120}$$

$$\therefore S = 384 \text{ (坪)} \approx 1.3 \text{ 反} \text{——答}$$

2) 1日平均刈取量を計算する方法

1反歩の青刈玉蜀黍を7月1日から7月20日迄毎日刈取給与したいが、毎日どの位の量を刈取ることが出来るか。

第2図から7月20日の X_t の値は約2.8

$$\text{第1式に代入すると } 2.8 = \frac{300}{a}$$

$$\therefore a = \frac{300}{2.8} \approx 100 \text{ (kg)} \text{——答}$$

3) 刈取期間を計算する方法

1.5反歩の青刈玉蜀黍を7月1日から毎日150kgずつ刈取つていけば何日迄刈取ることが出来るか。

第1式に代入すると $X_t = \frac{450}{150} = 3.0$

第2図から X_t の値が3.0になる時期を求めると7月22日頃である。——答

上記3例はいずれも7月1日から刈取り、一定量を刈取るというように単純な問題で説明したのであるが、7月10日から刈取るというように途中から刈取利用する計画を樹てようとする時には、 X_t の値が7月9日に零である(7月9日を基点として X_t の値が変化する)というふうに考えればよい。また、刈取量が途中から変化する場合には、次のようにして求める。

例えば、青刈玉蜀黍を7月1日から10日迄毎日180kgずつ刈取り、11日から25日迄毎日100kgずつ刈取るためには何反歩作付ければよいか。

先ず7月10日迄に必要な面積を求め、次に7月11日から25日迄に必要な面積を計算し、両方の答を合計する。

10日迄に必要な面積

第2図から7月10日の X_t の値は約1.8

第1式に代入すると $1.8 = \frac{S}{180}$

∴ $S = 324$ (坪) ——(1)

11日～25日迄に必要な面積

第2図から7月25日の X_t の値は約3.2であるが、

11日～25日迄の X_t の値は

$3.2 - 1.8 = 1.4$

第1式に代入すると $1.4 = \frac{S}{100}$

∴ $S = 140$ (坪) ——(2)

(1)+(2)=324+140=464÷1.6反歩

4. 計測方法の適用性

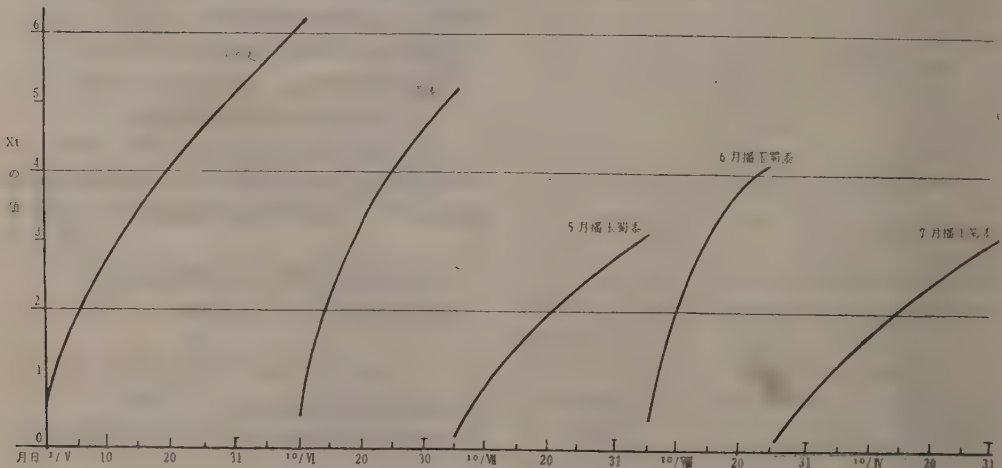
上述したように、各種青刈作物の標準的な生育相を知ることによつて、作付面積の計画、利用期間の予想、刈取可能量の計測等が簡単に出来る。第3図は経営試験酪農型実験農場で作付られている青刈作物の生育調査から青刈ライ麦、青刈燕麦、5月上旬播、6月中旬播、7月上旬播、各青刈玉蜀黍の坪当り生草量逆数累算曲線を画いたものであるが、この図を用いて、5月1日～9月30日迄の期間、乳牛1頭飼養(1日60kg生草給与)するのに要する作付面積を計算すると第1表のような結果になる。

第1表 時期的青刈作物作付計画

利用時期	X_t の値		坪当り 刈取量 kg	作付計画面積 坪反
	月日	月日		
青刈ライ麦	5. 1	6.10	6.0 60	$6.0 \times 60 = 360 \div 1.2$
青刈燕麦	6.11	7. 5	5.2 60	$5.2 \times 60 = 312 \div 1.0$
5月上旬播 青刈玉蜀黍	7. 6	8. 5	3.1 60	$3.1 \times 60 = 186 \div 0.6$
6月中旬播 青刈玉蜀黍	8. 6	8.25	4.2 60	$4.2 \times 60 = 252 \div 0.8$
7月上旬播 青刈玉蜀黍	8.26	9.30	3.1 60	$3.1 \times 60 = 186 \div 0.6$

このように、各種青刈作物の生育相から坪当り生草量逆数累算曲線を求めておけば青刈作物の時期的利用計画

第3図 各種青刈作物坪当り生草量逆数累算曲線



を樹てることが出来るのであるが、実用化のためには各種青刈作物の標準的生育相を地域毎に調べておくことが必要である。

5. 摘 要

1) 青刈作物は生育が進んでいくのと併行に刈取られていくので、実取作物のように反当り収量を予想することがむづかしく、家畜の頭数、作付面積、刈取利用期間を関連させて時期的利用計画を樹てることがむづかしかった。

2) われわれは、これらの計測方法を各青刈作物の生育曲線を調べ Robertson の生育曲線をあらわす方程式によつて標準的生育曲線を求め、それ等の数値から坪当り生草量逆数累算曲線を求め、この曲線と $X_t = \frac{S}{a}$

(X_t : 坪当り生草量逆数累算値, S : 面積, a : 1日当り刈取量) の式を用いて、簡単に計測出来る方法を考案した。

3) 本報告では計測方法を述べただけであるが、各種青刈作物の地域別標準生育曲線を把握しておくこと、それ等の生育相を家畜の採食率によつて修正しておく(作物の硬化に伴つて採草率が低下する)問題が残されている。

引 用 文 献

- 1) 菅原友太. 1950. Robertson公式の解き方 農及び園. 25 (5) : 453~454.

Résumé

This study is to find a simple method of planning the seasonal utilization of soil crops. It is very difficult to plan the schedule of seasonal feeding, for soil crops must be harvested every day as they grow.

The simple method of calculation was devised by the application of the Robertson's autocatalytic monomolecular reaction curves and the reciprocal aggregation curves devised from the weight of soil crops per area vary with their growth period.

技術導入に関する研究 I.

—— 技術滲透と経営構造 ——

鈴木福松・田中俊・秋元勇

Studies on the processes and effects of introducing
the improved techniques of farming to farms. I.

Fukumatsu SUZUKI, Takashi TANAKA
and Isamu AKIMOTO

I. 緒言

試験場で確認された技術が農家に導入され普及するまでには、農家の経営条件と、それを取り巻く社会経済的諸事情という篩を通らなければならない。したがって導入技術の合理性は、技術自体・技術と経営・技術と社会経済等の諸側面から検討される必要がある。“新技術がいかなる形でいかなる農家に採り入れられるか、またいかに採り入れるのが合理的であるか。”の右研究は“技術導入に関する研究”の一部として個別経営の観点から追究したものである。

幸いわれわれは問題追究に極めて適当な場として営農試験地を持つ。営農試験地については多言を要しないと思うが、その設置要綱(昭和31年農林省振興局)についてその目的とする処を引用してみよう。

“農業生産を高め、農家経営の安定をもたすためには、技術の改善が不可欠であることはいまでもない。農業試験場等の試験研究の結果は(中略)農業生産の向上、農業経営の改善に役立っている。しかしながら試験場における技術水準と営農技術との間には、依然として相当の距りがあることは否定し得ない。この原因の主要なものは、試験研究機関が概して専門の部門に分かれて行われ、各種技術相互の関係、技術と営農条件との関係等についての究明が不十分であったため、改善技術を農家に導入しようとする場合営農条件によって予期しなかった各種の制約を受け、その機能を充分発揮出来ないかまたは導入不可能であることによるものである。(中略)従って営農試験地は、改善すべき技術上の問題が多い地帯についてその問題点の解決に対し最も有効と思われる重要技術(基幹技術)と、これに関連する諸技術

(関連技術)を総合して、農家の営農に適合するように体系化した営農技術を樹立し、その地帯の代表農家にこれを導入して試験を行う。すなわち設計された総合技術の適否、その導入実施過程における困難性及び結果を技術的経営的観点から検討し、総合技術体系を確立することを目的とする。”

勿論営農試験地を素材とするわれわれの問題追究は、唱われた目的凡てに沿うわけではない。とは言えそこには多くの共通のものが見出される筈である。何故ならばわれわれ自身直接間接営農試験地事業に携わりつつ、要綱に唱われている点を痛感して来ているからでもある。ともあれわれわれは経営の立場から営農試験地における技術の滲透過程を観察しつつ冒頭に掲げた課題の具体的追究に入ろう。

II. 慣行技術と改善技術の概要

対象とする営農試験地は昭和27年に発足した岩手県九戸郡晴山畑作改善営農試験地である。当地帯の農業上の欠陥は第1表に要約されているが、この対策として畜力利用技術を基幹技術とし、これに耕種法の改善と輪作改善(関連技術)が組み合わされて設計導入された。主要畑作物に対し設計された栽培技術体系(以下改善法と称する)と慣行法とを比較したものが第2表である。これらの表から慣行法・改善法の概略を先ず知っておこう。本試験地のねらいは永い間固定して来た稈一麦一大豆の形態を、ボタ播に象徴される人力体系の慣行法に代えて畜力体系としての改善法を導入し、労働能率の増進と増収をはかり、稈を減反して馬鈴薯一麦一大豆の集約的な輪作形態を取り入れることにある。ところで慣行法はいかなる意義をもって存在し改善法はいかなる点でこれと



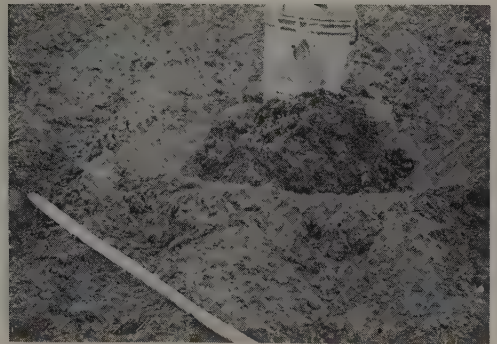
慣行法による大豆の肩播



穆のボタ播（組作業）光って見えるのがボタ



穆のボタ播（組作業）



ボタ穴（ここでボタをこねる）



穆畑が馬鈴薯に変わった第Ⅱ圃場



改善法による畦間平畦の大豆

第1表 試験地の課題と改善内容

改 善 事 項		改 善 内 容
畜力に労働配分による作業合理化	① 1) 畜力農機具の導入並びに作業技術の合理化	従来人力作業で非常に労力をかけて行なわれていた、移、小麦の整地、播種、大豆の中耕除草などを、今後プラウ、ハロー、培土プラオ、カルチベーター等を使用して、耕起、硬土、作畦、中耕、除草等の作業の能率化とともに質の向上を図る。
	2) 労働配分の合理化	現在の2年3作の作付様式がらくる、移、大豆の播種、移、小麦の収穫、小麦の収穫後の大豆管理などの労働ワークを畜力利用によつて解消し、適期作業の励行を可能にさせ、集約作物の導入を図り、且つ野草収穫、堆肥増産などの労力を生み出す。
	1) 堆肥の増産並びに質の改善	現在既肥の施用は水田に主眼を置き、余裕があれば畑に、しかも一部分の畑に施用するに過ぎぬ。また既倉から運搬してすぐ施用する関係上腐熟の程度も不完全、且つ不整一である。今後は肥料類の活用と、積み肥による質的改善を図る。
の増進	② 1) 施肥技術の合理化	一般に堆肥の施用が少なく、金肥の施用量並びに施用法でも不合理の点が多いので、今後は堆肥、金肥の合理的施用、分施効果の活用を図る。
	2) 耕地処理の改善	冬季休耕地は現在全秋耕が行われず、土壤構造の不良化、雑草の多発が予想される。このため、秋耕、深耕手段を考慮する。
	3) 優良種子並びに品種の導入	馬鈴薯の更新、小麦新品種「ナンブコムギ」の導入 移は早生種として早生白、大豆は農林4号
の増強	1) 適期作業の励行	製作大豆の播種期は5月10日頃であり、これを5月下旬の播種に改善するとともに適期除草を行なう。また小麦は前作移の取りの関係上播種遅延がちなため、移に早生を作付け畜力利用により9月20日頃播種するように改善する。
	2) 病虫害防除の徹底	従来ほとんど行われていた種子消毒を実施し、また馬鈴薯の「テントウムシダマシ」、疫病防除、小麦の雪害、銹病防止に重点を置く。
	3) ボツタ播の解消	労力節約、衛生的見地から、移、小麦、粟、時には蕎麦について行われているボツタ播を解消して普通の条播とする。
の増強	4) 移、小麦、大豆の増産と集約作物の導入	当地帯の主作物である移、小麦、大豆の反当収量はそれぞれ2石〜2.5石、6〜7斗、7斗程度に過ぎないが、この増収を図り、特に移の面積を縮少し馬鈴薯、玉蜀黍、菜種等を導入し、馬鈴薯—小麦—大豆、または馬鈴薯—菜種—蕎麦の様式をとり、現金収入の増大を図るとともに移—小麦—大豆の2年3作改善の契機とさせる。
	5) 移—小麦—大豆の輪作様式の改善	集約作物の導入により、自給農業の中核であるこの2年3作の輪作様式を打破するとともに類似集約作物などを織込んだ輪作様式に発展させ、経営改善の動機とさせる。

異なっているか。先ず慣行法を特質づけるものとして、これを主作物移作について見よう。いわゆるボツタ播を中軸とする移作の慣行法は、特に春季の土壤乾燥、風蝕という自然条件、更に林野をめぐる古い生産関係、商業的農業の未発展に起因する農家の低所得等から規定された

少肥栽培の農法であると考えられる。それは踏鋤・鋤による耕起整地過程、少肥厚播・ボツタ播、…晩生穂重型品種・肥培管理過程の粗放性（逆に中耕除草の手労働による強化）—脱穀過程の非能率、という人力手段を基本とする体系として表現される。更にこれは、a）種

第2表 改善耕種法と慣行耕種法との比較(主要畑作物)

[illegible]

中耕除草の慣行は2回実施の場合であつて1回しか実施しない時は6月下旬に行われる。

與

第3表 年次別技術系列調査表(移)

年次	圃場番 号	項 目	前 作	品 種	耕 整 地	施 肥				三 要 素 換 算				播 種	管 理		反 考										
						堆 肥	硫 安	過 石	塩 加	石 灰	木 灰	下 肥	石 炭		窒 素	追 肥		N	P	K	量	樣 式	畦 巾	播 市	中 耕	除 草	藥 劑
72年	I	1	大豆	水来站	ブラウ全耕	—	2.0	6.3	—	—	1.3	73	—	—	—	—	0.765	1.275	0.790	1ボツタ	2	1	手取1	1	—	2.883	慣
	II	2	大豆	ムラサキ	ブラウ	—	2.1	6.0	—	—	—	83	4	—	—	—	1.615	1.980	0.160	1.3ボツタ	2	1	—	2	—	2.795	慣
	III ₁	1-(f)	大豆	ムラサキ	ブラウ	—	3	7.5	1.5	—	—	—	—	—	—	—	1.600	1.530	1.700	1条	2.3	4	—	1	—	3.098	慣
	III ₁	(m)	大豆	早生白	ブラウ	200	4	6	3	—	3	—	—	—	—	—	1.800	1.300	2.350	1.3条	2.3	4	—	1	—	2.810改(1)	
	III ₁	(n)	大豆	九ノ一	ブラウ	200	4	6	3	—	3	—	—	—	—	—	1.800	1.300	2.350	1.3条	2.3	4	—	1	—	3.273改(2)	
	III ₁	1-3	そば	ムラサキ	ブラウ	200	4	6	3	—	3	—	—	—	—	—	1.800	1.300	2.350	1.3条	2.3	4	手取1	1	—	3.095改(2)	
28年	I	大豆	ムラサキ	ブラウ全耕	—	2.5	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1.175	0.885	0.635	1.5ボツタ	2	2	カルチ1	1	—	2.271	中
	I	C3	大豆	ムラサキ	ブラウ	250	4	10	2	—	—	135	—	2	—	—	2.450	2.100	2.250	1粒条	2.3	4	カルチ1	1	—	1.970改(2)	
	II	A	大豆	ムラサキ	ブラウ	250	4	10	2	—	—	—	—	2	—	—	2.450	2.100	2.250	1粒条	2.3	4	カルチ1	1	—	2.615改(2)	
29年	III	B	大豆	ムラサキ	ブラウ	250	4	10	2	—	—	—	—	2	—	—	2.450	2.100	2.250	1粒条	2.3	4	カルチ1	1	—	2.270改(2)	
	I	1	大豆	ムラサキ	ブラウ全耕	—	2	6	0	—	—	80	—	—	—	—	0.800	1.275	0.260	1ボツタ	2.3	4	カルチ1	1	—	3.140	中
	I	4	大豆	水来站	ブラウ	—	2	6	0	—	—	80	—	—	—	—	0.800	1.275	0.260	1ボツタ	2.3	4	カルチ1	1	—	2.840	中
29年	II	2	大豆	水来站	ブラウ	—	2	6	0	—	—	80	—	—	—	—	0.800	1.275	0.260	1ボツタ	2.3	4	カルチ1	1	—	2.220	中
	III	1	大豆	水来站	ブラウ	250	4	10	2	—	—	—	—	2	—	—	2.450	2.000	2.000	1粒条	2.3	4	カルチ1	1	—	1.810改(1)	
	III	3	大豆	ムラサキ	ブラウ	250	4	10	2	—	—	—	—	—	—	—	2.050	2.000	2.250	1粒条	2.3	4	カルチ1	1	—	3.320改(2)	
30年	I ₂	A	大豆	ムラサキ	ブラウ全耕	—	1	10	1	—	—	80	—	—	—	—	0.800	1.580	0.660	1.5ボツタ	2.3	2	カルチ2	1	—	2.413	中
	I ₂	B	大豆	ムラサキ	ブラウ	—	1	10	1	—	—	80	—	—	—	—	0.600	1.580	0.660	1.5ボツタ	2.3	2	カルチ2	1	—	3.213	中
	II	大豆	十和田	ブラウ	—	350	4	10	2	—	—	—	—	—	—	—	2.250	2.200	2.750	1粒播	2.3	4	カルチ1	1	—	3.066改(2)	
30年	II ₁₋₂	大豆	水来站	ブラウ	—	—	2	10	2	—	—	80	—	2.5	—	—	1.300	1.580	1.160	1.5ボツタ	2.3	2	カルチ1	1	—	3.782	中
	III ₂	大豆	水来	ブラウ	—	320	4	10	2	—	—	—	—	2.5	—	—	2.900	2.140	2.600	1粒播	2.3	4	カルチ2	1	—	3.356改(1)	

子に対する消毒の欠除, b) 追肥の欠除, c) 病虫害防除の欠除, d) 土寄・土入作業の欠除等を一般とすることによって特徴づけられる。これは作物の自然的生育過程で流動資本財の投下及びそれに伴って始めて効果のある人為的な生産技術が何等加わっているということである。つまり労働能率の低さから早くから耕起整地を行わねばならず, そのため水田耕起後に廻される播種作業と一貫作業をとり得ず, より土壤乾燥を激しくする結果, 人工的な水分補給と, 少い肥料養分を肥料と種子との混播により可及的に作物体に吸収させて初期生育の促進を図かり, 且つ作物生育を阻害する雑草を極力中耕除草の強化によって抑圧することにより作物体を保護し, その限り収量の増大をねらつた, いわば与えられた環境に消極的に適応した農法であろう。こうした慣行法の体系に対して改善法は, 整地過程の畜力化(深耕)→多肥薄播(早生多収品種の採用)→肥培管理過程の集約化(中耕・培土等の畜力化, 追肥・薬剤散布の実施)→脱穀過程の能率化を一連の体系とする多肥多収栽培技術である。

これを資本と労働の二面からいい換えて見るならば, 資本粗放・労働集約の技術の代りに相対的に資本集約・労働粗放の技術を採用し, 集約作物(馬鈴薯)の導入によつて経営全体としては資本・労働ともに集約の方向に伸びようとする含みを持つたものなのである..そしてこれがそのままの形でスムーズに入り得るかどうか, われわれが当面する課題なのである。

※ ボタ播とは種子と金肥とを, 貯えておいた人糞尿と混合して柔かく練り, 手で振つてまく播き方である。

Ⅲ. 対象農家における技術の浸透

1. プロセス

われわれはプロセスの概念に従い, 先ず技術中心に対象農家の技術浸透の実態を4カ年の経過に亘つてたどることから始めよう。

当試験地では圃場のいくつかの地点を選定し, 地点毎の施行技術の体系と坪刈による収量が調査されている。そこで第3表のような年次別に調査圃場の技術体系を整

第4表 蒐集データー(第3表)の整理表(穆)

年次	圃場番 号	品種	耕耘 整地	肥				播種			管理		反	収	備考
				N	P	K		播種 法	栽培 密度	中耕 除草	培土				
二十七年	I 一 1	●	●	×	×	×	×	× ※多	×	×	×	2.883	慣		
	II 一 2	×	●	△	●	×	×	× ※多	×	×	×	2.795	"		
	III ₁ —(f)	×	●	△	△	○	×	● ※多	●	×	×	3.098	"		
	III ₁ —(四)	●	●	○	×	●	●	●	●	×	×	2.870	改(1)		
	III ₁ —(ハ)	×	●	○	×	●	●	●	●	×	×	3.273	改(2)		
	III ₁ —3	×	●	○	×	●	●	●	●	×	×	3.095	"		
二十八年	I C ₁ —2	×	●	×	×	×	×	× ※多	×	●	●	2.271	中		
	I C—3	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1.970	改(2)		
	II 一 A	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2.615	"		
	III 一 B	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2.270	"		
二十九年	I 一 1	×	●	×	×	×	×	× ※多	●	●	●	3.140	中		
	I 一 4	●	●	×	×	×	×	× ※多	●	●	●	2.840	"		
	II 一 2	●	●	×	×	×	×	× ※多	●	●	●	2.220	"		
	III ₁	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1.810	改(1)		
	IV	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3.320	改(2)		
	IV	×	●	×	×	×	×	× ※多	○	●	●	3.005	慣		
三十年	I ₂ —A	×	●	×	△	×	×	× ※多	○	●	●	2.418	中		
	I ₂ —B	×	●	×	△	×	×	× ※多	○	●	●	3.213	"		
	II ₁ —1	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3.066	改(2)		
	II ₂ —2	●	●	●	△	×	×	× ※多	○	●	●	3.782	中		
	III—2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3.356	改(1)		

凡例

- 設計通りのもの
- ×
-
- △
- 肥料は改善を100とした成分量の%で区分した
- 75%以上
- 50~75%
- △ 25~50%
- ×
- ~25%

理し、これをそれぞれの技術系列に類型分けして実施面積比率を求めれば技術浸透の動態が観察される。この類型分けをわかり易くするために、（作業時期の点は慣行法・改善法とも略々適期に行っているので分類基準からは除き）、主に品種・施肥法（量）・播種様式・耕耘及び管理の作業方法を指標として第3表を符号で表わして第4表のように書き換える。

勿論同一プロセスに区分したそれぞれの技術系列で部分的な技術の細部に亘つて見れば、全く差異がないわけ

ではなく（例えば肥料の種類や量の如き）ある市が認められる。註¹⁾このように部分技術では幾分の市はあつても、技術体系としてその“勘どころ”を抑えて見ると、一移では播種法がポタ播であるか否か、大豆では肩播であるか畦間播であるかという点等一、相当数あるかと思われる技術系列も比較的少数のタイプに整理されるのである。上表は移についてだけ例示したのであるが、同様な手続きによつて、各作物についてそれぞれ次のような内容を持つ技術系列を抽出することが出来た(第5表)。

第 5 表 抽出された各作物の技術系列（プロセス）の類型

区	分	内	容
移	改善法 (1)	ほぼ設計通り行なっているもの。	
	" (2)	品種だけに来種で他は設計通り行なっているもの。	
	中間法	播種法がポタ播（従つて少肥）で、他はほぼ設計通り行なっているもの。	
	慣行法	ほぼ慣行通り行なっているもの。	
小 麦	改善法 (1)	移に準ずる。	
	" (2)	"	
	慣行法	"	
大 豆	改善法 (1)	移に準ずる。	
	" (2)	"	
	中間法	肩播のまま管理（中耕）を畜力で行なおうとするもので畜力利用技術の優れた農家でなければ一般化し難いもの。	
豆	慣行法	移に準ずる。（すなわち播種法が肩播＝無肥料であるところに特色がある）	
	馬鈴薯	改善法	馬鈴薯では改善法だけしか行われていない。

この表のうち改善法の(1)(2)を一括し、年次別実施比率から改善法の浸透過程を見ると第1図のようである。実施比率は技術の移行転換を示す指標であるから、この図は次の事実を語っている。すなわちこの農家では移・大豆の改善法は一旦は慣行法に代つて進展してはいるものの、中間法（これは農家が改善法を部分的に採り入れたものの仮称である）の出現に見られるように、まだ経営に固定した安定性を示してはいない。けれども移では次第に中間法が伸びつつ優勢となつていくのに比べ、大豆では必ずしもそうではない。これにひきかえ小麦では一貫して改善法が慣行法におき代つて行つている。馬鈴薯では当初から改善法だけである。この浸透形態は勿論農家によつて異なるであろうが、何故技術の浸透はこの

ように技術系列から技術系列への転換をとるのであるか、これが生産ベクトルとして次に触れねばならぬ点である。

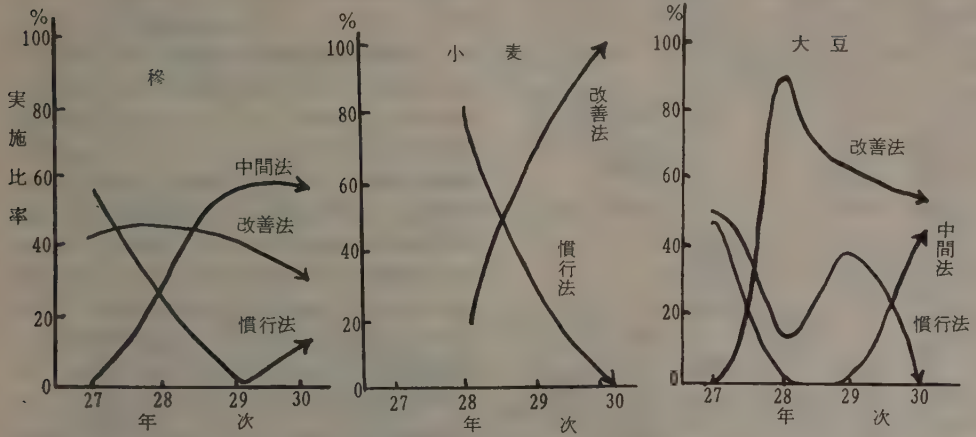
註¹⁾ この点は集約度の問題として限界分析によつて補足されねばならぬ。

2. 生産ベクトル

1) 各技術系列の投入産出

われわれが導入技術の浸透をその“勘どころ”を抑えながら「技術系列」の浸透形態として捕えて来たということは、すでに各技術系列をベクトルとして書き表わすことが出来るということを含んでいる。つまり一定の収量をあげるためにどれくらいの労働と資材を要するかである。始めにそのベクトルを明らかにしておこう。先ず

第1図 年次別技術滲透過程 (対象農家)



第6表 各技術系列の "Output" の測定

稲

年次	圃場番号	区分	(1) 改善		(2) 中間		慣行	
			反収		反収		反収	
			石	石	石	石	石	石
昭和二十七年	I 1 II 2 III 1 III 1 III 1 III 1 III 1 IV 平	(イ)	2.810				2.883	
		(ロ)					2.795	
		(ハ)					3.098	
		(ニ)		3.273				
		(ホ) 外均		3.095			2.905	
10.3反		平均	2.810	3.184			2.920	
昭和二十八年	I C—2 I C—3 II A II B III 区平	外均		1.970		2.271		
				2.615				
				2.270				
				2.285	2.271		2.300	
					2.300			
10.3反		平均						
昭和二十九年	I 1 II 4 II 2 II 1 III 3 IV 平	台風被害	1.810		3.140			
					2.840			
					2.220			
				3.320				
		平均			3.140		3.005	
10.8反		平均	1.810	3.320	3.140			
昭和三十年	I—2 A I—2 B II—1 II—1 II—2 III—2 IV 区平		3.356		2.418			
					3.213			
					3.066	3.782	2.900	
		平均						
9.3反		平均	3.356	3.066	3.138		2.900	
総	平均		3.083	2.801	2.965	2.814		
		±		0.462	±0.555	±0.241		
		C		1.61%	18.7%	8.6%		

小麦

年次	圃場番号	区分	(1) 改善		(2) 慣行	
			反収		反収	
			石	石	石	石
昭和二十八年	I 1—1 I 1—1 I 1—1 II 4 II 2 II 2 III 平	(イ)				1.571
		(ロ)				1.371
		(ハ)				1.231
		(ニ)				1.342
		(ホ)				0.643
11.8反		平均	2.159			1.379
			2.159			再調査要す
昭和二十九年	I C—1 I 1—2 I 1—3 I 1—4 I 1—d I 1—c II A II B III B IV 区平		2.109	1.955		1.653
			1.708		1.690	
			1.580			1.649
			1.818			
			1.108	1.771		
14.7反		外均	1.807	1.805		1.749
						1.684
昭和三十年	I 1 A I 1 B I 1 C II A II C III 1 III 3 III 1 IV 平			1.408		
				1.788		
				1.911		
				1.897		
				2.211		
11.6反		平均	2.283			
			1.979			
			2.000			
			2.131	1.863		
総	平均		1.948	1.841		1.509
		±		0.597		±0.183
		C		31.5%		12.1%

大豆

年次	圃場番号	区分	(1) 改 善	中 間	慣 行
			反 収	反 収	反 収
昭和二十七年	I I ₂ II III 区平	(イ) (ロ) 1 2 外 均	石	石	石
12.7反				1.443	1.253
				1.289	1.568
				1.774	
				1.502	1.411
昭和二十八年	I I ₂ II III 区平	A A ₂ A ₃ F ₂ C A C 外 均	0.781 1.021	0.988 0.903 1.171 0.925	
11.5反			0.920	0.908 0.984	0.873 0.873
昭和二十九年	I I ₂ II III 区平	2 B 2 C 2 D 2 E 2 F 1 E 2 2 3 5 区平 外 均	0.624	0.344 0.645 0.627 0.303 0.418 鳩害	0.454 0.827
13.9反			0.624	0.525	0.827 0.708
昭和三十年	I I ₂ II III 区平	1 A 1 B 1 C 4 2 1 3 外 均	1.461 1.181	1.240 1.236 1.603 1.230	
12.3反			1.321	1.417	1.238
総 平 均			1.012	1.003	1.396
δ				±0.288	±0.355
C				28.6%	34.6%

備考 技術浸透に伴ない各技術系列の数値が、全経過年について平均して洩れなくとれない。この場合データの偏りによって年次の違い圃場の違いによる重みが入ってくるので、特殊条件によるとはつきりわかる数値は、及びを付して除外した。28.29年は不作年。

その産出について見るに、これは系列区分に基づいてその坪刈収量を第6表のように書き込んでいくことによつて抑えられる。その4カ年平均の数値はそれぞれの技術水準での収量の“めやす”と考えてよい。

同様に営農試験地記録簿から投入の面を抑えて見よう。資材の点は先の第3表で満足される。投下労働量は

作業別に抑えておく(第7表)。

この二つを併せることによつて各技術系列のベクトル表を得る(第8表)。この表は各技術系列をプロセスと考え、生産係数を流動費用及び農繁期の投下労働量として註²⁾ 反当のベクトルで書き現わしたものである。この表は次のことを意味している。すなわちこの地帯では現在移を作るために3方法(プロセス)が見出される。改善法は肥料代として反当で流動費用1,086円と春に労働28時間、夏に労働11時間、秋に労働33時間を投入して反当3,847円の純収益をあげることが出来る。同じく中間法では流動費用は慣行法と同じく502円、投下労働はそれぞれ46, 11, 33時間で純収益は4,242円等々。しかも各プロセスの純収益、流動資本、投下労働時間は一定の比例関係にあつて要素相互の代替は考えられない。註³⁾ 以下小麦・馬鈴薯・大豆についても同様である。

さて第8表について見ると、絶対収量は何れの作物も改善法の収量が慣行法のそれを上廻っており、その限り導入技術の増収効果は認められる。けれども小麦を除いて移・大豆ではその収量差は僅かでありしかも先の第6表からうかがえるように改善法は不作年には比較的不安定である。更に投入要素として流動費用を考えた純収益からすれば、改善法は必ずしも凡てに亘つて純収益は大きくはない。また全体的に見れば改善法と慣行法では資本と労働が代替しているので、一概に改善法が進展するともいえないし、またこの農家のような移行を示すともいえない。それは農家個々の経営条件によつて異なってくるのである。

ところで以上は結果として摘出されたベクトルの考察であつて、何故技術浸透の形態が部分技術の転換よりもベクトルとしての転換をとるかという問いに説明を与えるものではない。改善法・慣行法等というように、技術系列をプロセスとした理由については、更に具体的に立ち入つて二三の事情に触れておかなければならない。これはプロセスの前提について果しておかなければならぬ点である。

註²⁾ この節は後の活動分析適用に関連する諸表の説明と仮定である。投下労働量を3農繁期に分離して整理したものそのために他ならない。

2) 栽培様式と作業技術

技術の浸透が比較的単純なプロセスの型で現象するのは一つは技術体系そのもののなかにある。

i) 移についてはボタ播を中心として見るのであるがボタ播ではそれに適合した栽植様式、つまり反当りに2つの穴を掘り、そこに混合される種子量・人糞量・金肥

第7表 各技術系列の投入

項 目	系 列			項 目	系 列			項 目	系 列			項 目	系 列			馬鈴薯
	改善 (1)(2)	中間	慣行		改善 (1)(2)	慣行	改善 (1)(2)		慣行	改善 (1)(2)	慣行		改善			
施 肥 量	硫 過 塩	安 石 化	4 2 10 6 2	2 6 なし	硫 過 加 石	安 石 里 窓	7 2 10 6 3 なし	2 1 2	硫 過 加	安 石 里	2 なし 4 " 1 "	種 硫 過 加	子 安 石 里	45 12 8 5		
農 業			なし	なし	なし	セレサン	kg 1	なし			なし	なし	硫生 D. 比	酸石 D. 酸	銅灰 T 灰	円 925
反 当 投 下 勞 働 時 間	・耕 起	時間 2.4	時間 2.4	} 12.0	△耕 整 肥 撒 布	起 地 運 搬	時間 5.2	時間 14.2	・整 地	時間 2.4	時間 —	耕 起	時間 2.0			
	・整 地	1.0	1.0		△間 土	踏 圧	9.4	9.4	・施 肥	3.4	—	整 地 運 搬	2.0			
	・施肥 (運搬撒布)	4.7	4.7	4.7	△播 種 (覆土鎮圧)	播 種	2.0	9.0	・播 種	10.7	16.0	・撒 布 (撒布)	36.8			
	・播 種	19.8	38.0	38.0	踏 圧	踏 圧	20.0	35.0	補 播	6.3	6.3	×中 耕	6.0			
	×中 耕	1.0	1.0	} 20.5	土 入	土 入	0.8	4.0	×中 耕	1.4	—	×培 土	1.0			
	×除 草	7.8	7.8		・防 除	・防 除	2.0	8.0	⊗除 草	21.0	48.0	水 剤①	18.8			
	×培 土	1.4	1.4	7.5	・追 肥	・追 肥	1.0		×培 土	1.2	8.0	×ダ スタ②	2.4			
	×追 肥	1.0	1.0	—	中耕除草①	中耕除草①	2.0		防 除	1.0	5.0	△除 草 (掘取前)	13.8			
	△刈 取	28.6	28.6	28.6	・ ②	・ ②	1.0		刈 取	9.6	13.0	△掘 取	46.4			
	△運 搬	2.7	2.7	2.7	×除 草	×除 草	1.2	8.0	脱 穀	10.0	22.1	△選 別	15.3			
	整 整 穀	42.4	42.4	50.0	×刈 取	×刈 取	10.6	10.9				包 装	20.0			
				×運 搬	×運 搬	29.0	29.0									
				×脱 穀	×脱 穀	3.0	3.0									
				調 整	調 整	9.6	9.6									
						11.0	11.0									
合 計	112.8	131.0	164.0	合 計	107.8	151.1	合 計	67.0	118.4	合 計	164.5					

備考 ・春季 ×夏季 △秋季 ○で囲んだものは両方にまたがるもの。

量は自然と一定し、且つボタ振り=播種の播巾もきまつてしまう。ところで改善法はこのボタ播を粒条播に代え施肥と播種を分離し畜力化を前提として畦巾も広くしたのであるが、この結果少々増収しても肥料増投分を考慮に入れた純収益からするとボタ播より低い。しかもボタ播だけを慣行通りに存置しても、その前後の栽培過程の畜力化は可能であるから、農家は慣行・改善法の他に播種・施肥法は従来のボタ播のままにしておいて、それ以外は改善法をとり入れた農法（これをここで中間法という）を造り出してくる。

ii) とところが大豆については慣行の肩播から改善の畦間平畦播への転換が、全体系としての慣行法か改善法かという二者択一の問題になる。従つて肩播か否かが農法体系にとつて重要な区分となる。これは第2図に示すように肩播による限り畜力化は不可能であつて、改善法による畦間平畦播は畜力一貫作業への重要なキイ・ポイントになるわけであるが、表土が麦の土入れのために持ち去られて浅くなっているせいか、肥料を増投しても大体無肥料を前提とする慣行肩播に比べて著しく増収するわけではない。むしろ稈と同じように純収益からすると

第 8 表 プロセスとその係数(反当)

項 目	プロセス			小 麦		大 豆		馬 鈴 薯
	改善法 (P ₁)	中間法 (P ₂)	慣行法 (P ₃)	改善法 (P ₄)	慣行法 (P ₅)	改善法 (P ₆)	慣行法 (P ₇)	
粗 収 益	4,933 ^円	4,744 ^円	4,502 ^円	9,740 ^円	7,545 ^円	7,084 ^円	6,769 ^円	32,670 ^円
流 動 費 用	1,086	502	502	1,778	782	489	—	5,360
純 収 益	3,847	4,242	4,002	7,962	6,763	6,595	6,769	27,310
春季必要労働量 ¹⁾	28 ^{時間}	46 ^{時間}	55 ^{時間}	2 ^{時間}	8 ^{時間}	17 ^{時間}	16 ^{時間}	39 ^{時間}
夏季必要労働量 ²⁾	11	11	28	52	52	13	32	9
秋季必要労働量 ³⁾	31	31	31	37	68	0	0	61
P/T	3.083 ^{石 時間}	2.965 ^{石 時間}	2.814 ^{石 時間}	1.948 ^{石 時間}	1.509 ^{石 時間}	1.012 ^{石 時間}	0.967 ^{石 時間}	726 ^{石 時間}
L/T*	113 ^円	131 ^円	164 ^円	108 ^円	151 ^円	67 ^円	118 ^円	165 ^円
C/T	1,086	502	502	1,778	782	489	0	536

備考 P/T……収量/反。 L/T*……労働量/反 (但しLは総投下労働時間)。 C/T……費用/反

1) 第7表・印の合計。 2) ×印の合計。 3) △印の合計

なお改善法(1)(2)のうちここでは収量の高いものだけをとる。何故なら投入が同じであるから、当然収量の高いものにだけ統一される。また大豆の中間法は本文中の理由により除いた。

第 2 図 間作大豆播種部位



同作業は第3図のように3方法が実施されている。図に
明らかなように3方法とも組作業の組織が異なり、また
作業方法の体系(第9表)も異なる。

第9表 作業方法比較表

作 業 名	稼		
	慣 行	改 善	1 部 改 善
耕 起	ブラウ	ブラウ	ブラウ
砕 土	ハロー	ハロー	ハロー
画 線	画線器	画線器	画線器
作 畦	—	カルチ	鍬
厩肥施肥	—	条 肥	耕 起 前 全面撒布
金肥施肥	—	条 肥	条 肥
間 上	—	ローラー	ローラー
播 種	ボツタ播	条 播	条 播
覆 土	足	鍬	足
鎮 圧		ローラー	ローラー

は畜力作業

慣行より下廻る結果となっている。むろんこの農家のよ
うに肩播のまま強引にカルチベーターを通そうとする試
み(中間法)もあり得るわけであるが、決して一般的な
ものとはなり得ない。この結果農家は労働能率を重視し
て畜力化を貫徹する改善法をとるか、あるいは純収益に
重きをおいて慣行法にとどまるかいずれかを選ぶのであ
る。

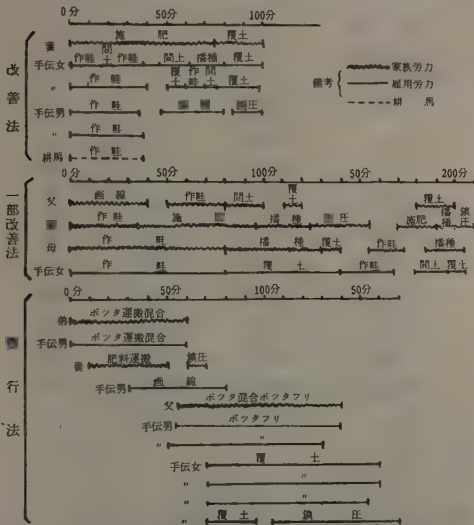
このように技術体系のなかに、すでに部分技術を変え
ることは直ちに全体系としてのベクトルの転換につなが
る点が含まれている。

3) 労働組織と部落結合

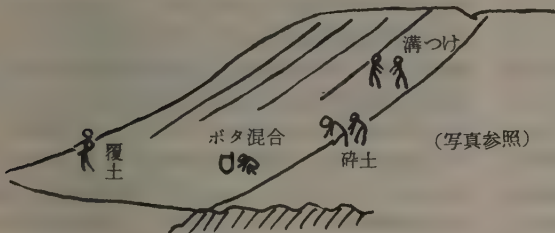
i) 今一つは労働組織の問題である。すなわち改善法
と慣行法では労働組織の体系が基本的に異なる。前者は
時間的な配列において作業はより単純化され、後者は複
雑な作業が横へる拡がりにおいて単純化される。今稼作
にとって最も重要な位置にある播種作業を採りあげて見
よう。この試験地農家の改善法導入初期(昭和28年)の

すなわち慣行法における播種作業、いわゆるボタ播
は、ボタの混合運搬・ボタ振り・覆土の3種類に主作業
が区分され、これがほぼ同一時間統合された形で播種作
業を完了することになる。従つてこの3作業に従事する
グループの間には、作業と作業との間の空白時間が多く
その拘束時間を考慮すれば更に作業時間は大きなものと

第3図 籾の播種作業の様式(3方法) 昭和28年



なる。しかもこの空白時間は作業の均衡を保つ上に必要なものであつて、結局この作業方法で早く完了するには、3主作業を行う従事者数をほぼ倍数的に殖やす以外にない。(写真図解は少数単位、タイムテーブルは多数単位)。更にボタ混合、ボタ振りは熟練を要し、この良否が播種・播種密度・種子と肥料との按分に影響し作物の生育に関する技能的なものであるだけに、この3主作業間の交替は単純には行い得ないのである。



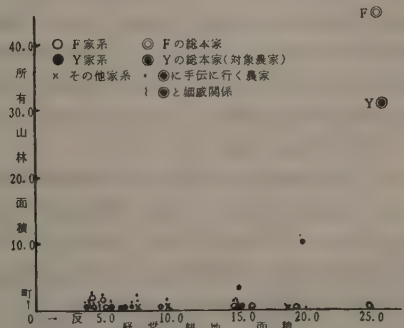
この播種作業の内容の複雑さに比べ、改善法は作業が分解されて単純でありこれがまた作業組織に関連する。このうち改善法と一部改善法との相異は作畦を畜力で行うか否かであり、耕馬の調教に習熟すれば当然改善法だけに統一されるものであつて、この両者間に労働組織・作業体系の本質的な差異はない。それで改善法だけを取りあげてその能率を慣行法と比較すると(何れも実動時間)、反当で前者455分、後者795分。すなわち慣行作業に対して改善作業は57%の労働時間ですんでいる。

この播種作業の実態は各技術系列(プロセス)に表わされるベクトルの背景には労働組織があり、組織の転換はプロセス従つてベクトルの転換に連なっていることを語っている。

ii) 各プロセスとその前提との関連から暫く離れて、この労働組織について更に追究して見よう。畜力化を中心とする改善法は本来家族労力を主体とする労働組織であり、非能率な慣行法は逆に雇用依存の労働組織であつて、経営地が大きいほどその依存は強まる。慣行法の基底に“ゆい”組織が横たわっているのもこの故であろう。であるから改善法の浸透は手伝い労力排除の傾向を必然的に持つてくる。つまり慣行法から改善法への転換は単に技術及び経営内部の問題にとどまらず、旧来の労働組織を排除していくことによって、部落の生産構造全般に波及する問題となる。この相互の関連いかんによつて改善法の浸透=畜力化は促進もされ、あるいは抵抗も受けるであろう。

前と同じくこの導入農家を中心に考察しよう。第4図から明らかなように、この部落はFとYの2家系によつて大別されその頂点に総本家が位する。とびぬけた山林所有農家2戸は何れも各家系の総本家であり、それ故に強固な基礎を以て、山林無所有農家である分家群と対置する。ここに手伝い労働の存在基盤がある。今部落内でこの農家(Yの総本家=対象農家)に手伝いにいく農家を見ると、ほとんどが1町以下の山林無所有小・零細農である。これは山林所有者であり、地主であり、本家であるこの農家への労働給付であるが、勿論“テツダイ”である限り賃銀雇用とは明瞭区別されている。このY農家ににける年間の雇用労働を、更に第10表のように分類し

第4図 対象部落の農家の関係



第 10 表 Y 農家 (対象農家) の年間の雇傭労働力の分類 (昭和27年度)

作 業	関 係	手 伝 労働力の内訳						賃 金 総 計	人
		姻 戚 関 係 4 戸	血 縁 関 係 3 戸	地主小作 係 1 戸	その他 (経済 的関係) 6 戸	小	計		
水	苗 代	1.0	—	—	—	1.0	—	1.0	人
	整 地	6.0	3.0	—	2.0	11.0	—	11.0	人
	田 植	17.0	8.0	3.0	8.0	36.0	13.0	49.0	人
稻	除 草	4.0	4.0	1.0	3.0	12.0	14.0	26.0	人
	収 穫	14.5 牛 1	8.0 牛 2	3.0 牛 1	7.0 牛 1	32.5	13.0	45.5	人
	脱 穀	4.0	1.5	—	—	5.5	3.0	8.5	人
烟	播 種	10.0	2.0	—	3.0	15.0	15.0	30.0	人
	管 理	3.0	1.0	—	3.0	7.0	16.0	23.0	人
	収 穫	12.5	—	—	2.0	14.5	19.0	33.5	人
物	脱 穀 調 整	24.5	6.0	—	10.5	41.0	19.0	60.0	人
総 計		96.5	33.5	7.0	38.5	175.5	112.0	287.5	人
1 戸 平 均		24.1	11.2	7.0	6.4	—	—	—	人

て作業別・関係別に労力数を見よう。

すなわち部落協定の賃銀の支払いを受けない手伝い労力は175人で賃銀雇用112人よりも多い。而も手伝い労力のうち姻戚・血縁関係の依存が高い。この農家はこうした関係にある小・零細農家と、労働組織を通じて農業生産の面で強く結合しているわけであるが、これらが改善法のねらいである畜力化の推進更に馬鈴薯作導入による土地利用の集約化の問題と関連してくる。何故か、当面する分析の中心から幾分それるのであるが、この点は重要な意味を持つているので簡単に触れて見よう。

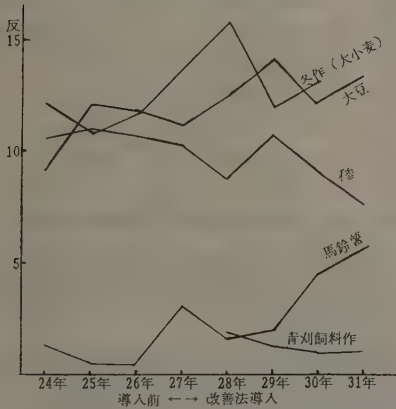
iii) これらの労力給付農家に対する反対給付として、この農家は直接には山林からのマキ及び生産物としてのゴク (穀物) をあてている。更にまたこれらの手伝い農家は農繁期の際、一家を挙げて来て食事の給与を受ける場合も往々ある。こうした食糧給付は手伝い農家の生活安定の扶助であるが、これが自家食糧と共にこの農家の食糧負担面積に相当のウェイトを持つていて、馬鈴薯作付によつて押しのけられる稈・粟など食糧作の減反はそう簡単には片付けられない。しかしながら畜力化は本来雇用労働をそれほど必要としない方向にむかうことであつて、手伝い農家の存在と拮抗してくる。

ところでこの部落は先に見たように同族結合型のそれであり、これは本来「オヤコ」的な関係に基づくものと考えられている。慣行法はこのような本家大農と分家小農との間の採草地・薪・食糧・労力の給付・反対給付の関係を通ずる旧い経営的均衡の上に成り立っていたと考えられよう。こういった一つの均衡的な結合関係は単に

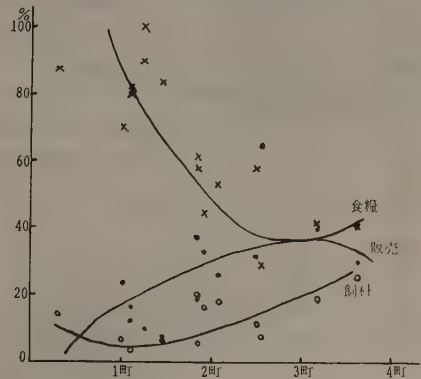
経済的合理主義によつて割り切れぬものを含んでいるに違いない。とにかく改善法による畜力化は、経営合理化に沿いより高い生産力を約束するものであつても、小・零細農の生活を不安定にすることによつて、ひと先ずはこうした旧い均衡からの抵抗を受けるであろう。ここにこの農家が好むと好まざるとに拘らず「頼まなくても来る」手伝い労力が依然として存在する。改善法の導入初期には、この手伝い労働力の存在→食糧作物減反の困難と畜力化の不徹底→馬鈴薯作導入の困難という悪循環の状態が見られたのである。然しこの農家はこの悪循環を打ち破るために思い切つた手段に出た。すなわち従来は手伝を受けた労力に対して、マキ・ゴクを後払いの形式で報酬としていたわけであるが、これを製米農具を設置して貸付利用の形態をとり、これを利用する農家だけから手伝い労働を受けることにした。これは先払いの形式によつて手伝い労働はこの農家の作業手順に合うように配置する含みをもつものである。しかも貸付利用料と給付労働は一応清算勘定によるものであるが、この結果手伝い労働は部落協定賃銀より低い賃銀水準に抑えられることになつている。こうした新しい従属的な結合関係に入ることによつて、畜力化の貫徹とともにこの農家は稈作の減反と馬鈴薯作の拡大を図つて来たのであるが (第 5 図)、それは当然部落内の非難に直面しなければならなかつたのである。

以上対象農家の改善法浸透の実態を技術中心から出発して部落結合にまで及んだ。この農家の浸透状況は先の第 1 図のようであるが、この状態が凡べての農家に当て

第5図 作付反別の推移 (対象農家)



第6図 主産物処分比率



はまるわけではない。註々それ故 “いかなる農家にいかに採り入れられるか” の問題にかえつたとき、われわれは更にこの地帯の経営構造を吟味する必要がある。

註4) 改善法の受け入れ方が農家によつて異なることは第11表を見ることによつても明らかである。すなわち始め導入した農家3戸のうち、2戸は採り入れぬまま脱落し、新たに2個が加わつた。

IV. 対象地帯の経営構造

ここでは改善法の導入が、地帯農家の経営構造とどのように関連しているか、を中心として簡単に触れて見たい。

1. 生産物利用

i) 主産物を熱量還元して処分比率を見ると、大きい農家ほど食糧仕向け率低く販売及び飼料仕向け率が高い。飼料仕向け率が大きい農家ほど高くなるのは、家畜

の飼養頭数が増えるからであり、逆に小さい農家では大部分が自給食糧に向けられてしまつて、家畜の飼料はほとんど副産物飼料による結果である。しかもこれら農家の販売部分は極めて僅かなのである。しかし全体を通じて食糧負担は大きい比率を持ち、むしろ最上層になると幾分その率が高くなるのは努力給付農家の負担部分も含むからである。これを消費単位当りに見て年平均1日当り、1町〜1.5町の農家は平均2004cal, 1.5町〜2町：2122cal, 2町〜3町：3018cal, 3町以上：3500calの補給を確保し得ている。

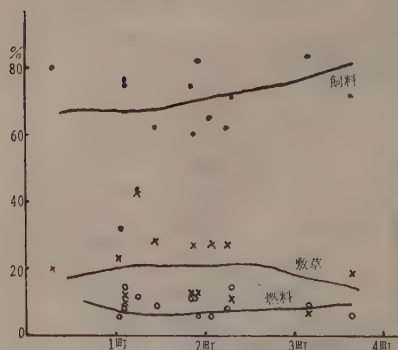
ii) 副産物（穀粉価換算）の利用は主産物と違つて規模間に大きな差は見られない。つまり副産物の利用方向は一定しており、経営内の循環につき、小さい農家は絶対量が少なくなるということである。この結果家畜飼養にとって耕地外の利用条件（採草地の所有の有無）が大きい意味を持つてくる。

iii) 火山灰地帯の地力維持の重要性から、耕地外生産

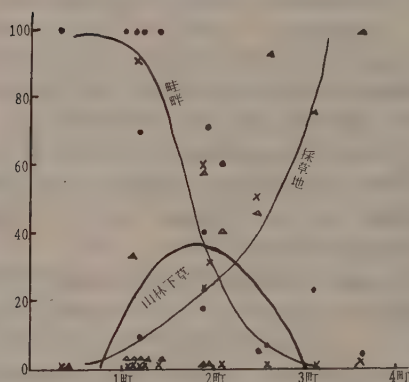
第11表 継続・加入・脱落辞退農家の概況

	家族人口			労働力	耕地面積			山林面積	採草地面積	大家畜		専兼別
	男	女	計		水田	畑	計					
①継続農家	4	5	9	4	6.9	30.4	37.3	290.0	7.5	馬	2	専
②辞退農家	4	5	9	5	2.2	15.0	17.2	—	—	馬	1	兼
③辞退農家	3	6	9	4	3.3	13.5	16.8	70.0	10.0	馬	1	専
④加入農家	2	3	5	4	4.0	22.6	26.6	250.0	—	馬役牛	1	専
⑤加入農家	7	6	13	6	5.0	22.0	27.0	150.0	—	馬乳牛	1	専

第7図 副産物処分比率



第8図 給源別野生草利用比率

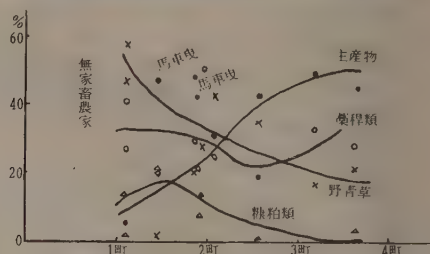


物の取得は、以上から見ても小さい農家ほどその必要性は大きい。けれども林野の所有は逆に小さい農家ほど不利である。註⁵⁾

だから次の生草利用の状況を見ても、大きい農家になるに従い採草地への依存が高く山林・畦畔草への依存は低い。逆に小さい農家ほど限られた畦畔草及び遠距離にある部落有山林の下草を利用しており、私有採草地を持つ大きい農家に比べて、多くの労力を投下ししかも質的には劣った生草しか得られない。これでさえ絶対量はより少ないのである。

iv) これらの事情は直ちに家畜の飼料構成に反映する。絶対量の少いことは勿論であるがその比率を見ても大家畜飼養農家のうちで最下層の農家は、飼料のほとんどを野生草と藁稈類でまかない濃厚飼料（主産物）の占める率は僅かである。それも糠粕類の比率が高い。それ

第9図 飼料構成百分比P.P (ケルネル標準)



備考 馬車曳農家の主産物比率の高いのは購入飼料によっているからである。主産物の曲線はこれら馬車曳農家を除く。

が経営面積が大きくなるにつれ野生草及び糠粕類の比率は小さく主産物の比率が高くなる。これは小さい農家は家畜飼養に苦しく、大きい農家は相対的に楽な給与をしているということである。

さてこれらの経営内循環の諸事情が積み重つて現象的には次に述べるような経営条件となつて現われ、各技術系列（プロセス）の選択と直接関連してくる。

註⁵⁾ この地帯の農家の林野の所有状況は、次の第12表のように極めて偏在的である。

第12表 部落農家林野所有状況（2部落）

山林所有面積別	項目	戸数	所有山林総面積	各層山林面積の比率	各層平均耕作面積
10町歩以上林野所有者		6	120.70	74.5	22.2
5町歩以上10町未満林野所有者		1	7.00	4.3	17.5
2町歩以上5町未満林野所有者		7	20.65	12.8	21.8
1町歩以上2町未満林野所有者		7	9.88	6.1	18.0
1町歩未満林野所有者		8	3.80	2.3	14.6
無所有者		30	0	0	11.1
計		59	162.03	100	

2. 家畜飼養条件

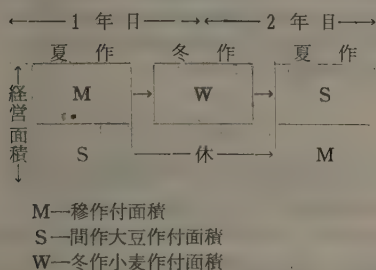
調査農家中、2町以下農家の大家畜の飼養はほとんど家畜小作による受託の役肉牛である。この役肉牛の飼養は隣村の育成地から明け3才の牡を購入し、春・秋1回（最大限2回）肥育して販売する。3才の牡を購入するのは運搬使役に兼用するためである。2町以上の農家が個人有であり、以下の農家が借受け牛であるのは、一つは購入資金の問題でもあるが、飼料構成にも現われていた飼料給源の窮屈さからも来る。こうして受託牛の場合

は貸主の強制, 継続的に維持する飼料の不足, 現金収入への渴望から半年〜10カ月位で販売される。畜力作業が運搬耕起にだけ止まるなら, 以上の飼養状態でも使役間に合うであろうが, 播種・肥培管理の過程にも畜力作業が行われるためには, ある程度役畜としての調教が必要である。ここにすでに受託農家(2町以下の大多数)とそうでない農家との間に, 畜力化に関してハンディキャップがある。

3. 土地利用(輪作と自給の条件) 註⁶⁾

この地帯の稲—麦—大豆という2年3作の型は, 作物の作季によって左右され, 大豆の播種が麦の間作にならなければならないという前後作の兼ね合いからある程度固定してくる。これは統計資料から見てもまた農家の実態調査から検討しても, 3作物の作付面積が毎年ほぼ等しく保たれているという事実から視われる。例えば麦の収益が高いからといって, 麦の作付を殖やすと大豆の作付が殖え, 夏作の稲と競合して稲の作付反別を減らさなければならないことになる。稲の減反は自給食糧・飼料の点から規制されることもあるが, それは更に翌年の麦の作付反別を減少させることになり, 経局輪作のバランスから麦作の拡大は出来難いことになる。この関係は次の図式化によって容易に理解されよう(第10図)。

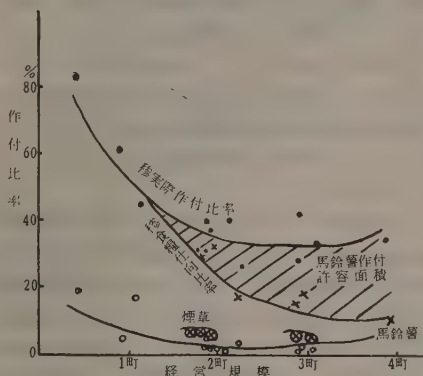
第10図



ともかく2年3作を形成する作物の1作物の増減は, 直ちに全作物の増減に関連してくるので, 1作物の有利性だけによつて, その作物が個々に大巾に動くことはない。動くとするれば作季の点で競合しない品種, 作物の導入がなければならぬ。この結果現在の技術水準では, 2年3作の作付方式を形成する各作物の作付割合を, ほぼ一定と抑えておくことは妥当であろう。所で作付期間が稲とにた同じ夏作物である馬鈴薯の導入の場合どうか。輪作の関係からは2年3作の型を崩さずにその転換は可能である。ただこの場合馬鈴薯は稲の作付地を侵すことになり, 稲がどの位減反出来るかにかかってくる。稲の商品化部分は馬鈴薯の販売で代替出来るから, 先ず

その減反は農家の自給必要量から規制されてくる。つまり食糧及び飼料である。今自家食糧の点だけ見ても, 規模の大きくなるに比例して家族数は殖えないから, 第11図に示すように, 大きい農家ほど馬鈴薯を作る余裕が出てくるわけである, すなわち馬鈴薯の作付限度は, 他の条件が変わらない限り稲の自給限界の点までであり, それは経営規模によつて異なる。

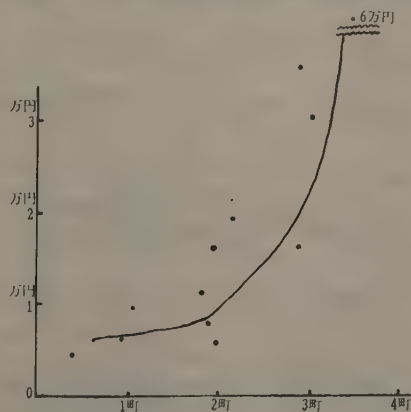
第11図 規模別土地利用



4. 経営資金

生産要素のうち土地について検討したので次は資本の関係を見よう。ここで固定資本財を取りあげないのは, 技術体系のプロセス選択の場合には固定資本財は関与しないからである。また流動資本財のうち自給物財は, 経営内部で必要なだけ充分調達出来るものとしてここでは考えない。われわれにとってはいま作物を作るために買

第12図 経営規模と利用可能資金量との関係



わねばならない肥料・農薬・種子などの流動資本財の購入資金が、経営全体の再生産のなかでどの程度あるかどうか問題になる。大体が収益性の低い雑穀自給食糧作物を作っているこの地帯では、相当大きい農家でも所得額はそれほど大きくはない（反当粗収益1万円前後と抑えてよい）。だからといって兼業機会がそうあるわけではなく、家族数は経営規模に比例しないから、消費経済に規制されて、先に明らかにされたように小さい農家の販売部分は僅かで、その利用可能資金量は極めて制限されてくる。一方規模の大きい農家は山持ちとなつてくるので（山林の売却も考えて）、資金の利用については一層有利になつてくる。第12図はこの地帯農家の対象作物への流動資本利用量を農家経済調査の結果から見たものであつて、その利用量の傾向を知ることができる。

5. 労力利用 註⁷⁾

i) 労力利用について述べる前にこの地帯の農繁期の概要に触れる必要がある。しかし詳細な内容に立ち入る余裕はない。農繁期を取りあげるのは総投下労働量を考えるよりも、この農繁期をいかに切り抜けるかが農家にとつての関心事であり、それがプロセスの選択と関連してくるからである。この地帯の労働配分から見て次の3農繁期をとりあげる。

春の農繁期：田植前に終えねばならない、畑夏作物の耕耘播種（5月上旬～中旬）。

夏の農繁期：冬作麦類の刈取と夏作物の肥培管理（6月下旬～8月上旬）。

秋の農繁期：麦作の播種と稈の刈取（9月一杯）。

つまり農繁期とは、その期間内の所要作業量（これは期間内に遂行される作業の能率と作付作物の面積によつ

てきまる）によつて形成されるのであるが、その作業を遂行するための各農家の投下し得る労働力の状態が、各農法のプロセスの選択を規制する因子となるのである。第13図は春の農繁期についてだけ、所要労働量と稼働労働量（家族労力）の関係を示したものであるが、凡そ2町強を中心として小さい農家では労力に余裕を生じ、大きい農家では不足する。

ii) 前図では家族労働だけを示してあるが、これに更に雇用労働を考える必要がある。当地の被雇用関係は前に触れたとおり、賃金労働よりも手伝い労働が主体である。つまり前図での労力過剰農家と不足農家とが、部落の社会的諸関係を通じて、強固な労働組織として慣行法のなかで結びついていたわけである。しかし農地改革とその後の経済変動は自作中農の進展と“ゆい”の崩壊とを導いた。むろんこうした結合関係は強く残つてはいるものの、畜力化がむしろ大きい農家から叫ばれたのは、その契機は戦後の部落構造の変動に基づいている。とにかく雇用労働利用の状態は、農家の被雇用関係如何によつて異なる。われわれが後で農家の利用可能労働量というときは、家族労働量と雇用労働確保量を含めたものを指している。

註⁷⁾ いわゆる2年3作地帯の土地利用と労力利用についてより詳しくは、西垣・西村・鈴木“岩手県における畑地利用の考察”特に後者については、西垣・鈴木“寒冷地畑作経営における労力利用と作物編成”を参照されたい。

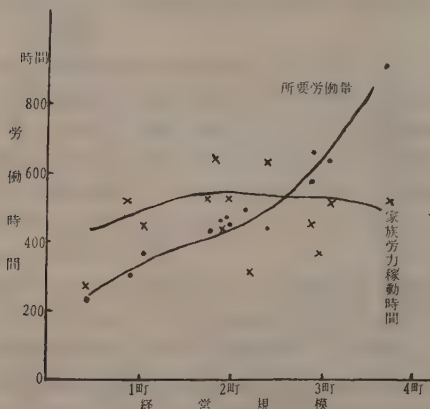
V. 活動分析の適用

以上われわれは始めに、改善法導入後のこの地帯で行われている各技術系列（プロセス）をつかみ、そのベクトルを明らかにした。註⁸⁾ 次いでそれを受け入れる農家の経営構造を、規模間に相対的に吟味した。これらの考察からわれわれは“改善法はこの地帯にどのように浸透するであろうか、あるいはいかに採り入れたら良いか”という問いに最後に答えて見たい。そのため以上の諸数値を利用して、活動分析あるいはニア・プログラミング（Linear Programing）といわれる分析方法を適用する。

1. 構造マトリックス

適用のため規模別に4戸の農家を選定する。すなわち大家畜飼養農家でしかも個人所有である農家のうち小農：1町前後（1戸）、中農：2町前後（2戸）、大農：3町以上（1戸）とし、前掲のプロセスの係数表（第8表）と経営構造の考察に用いた基礎資料からそれぞれモデル

第13図 所要労働と稼働人員との関係（春農繁期）



第13表 各農家の構造マトリックスと配分結果

利 可能量	符 号	マ ト リ ク ス										分			結			果			残 量
		改善	中間	小	大	豆	馬鈴薯	改善	中間	改善	改善	小	大	豆	馬鈴薯	改善	改善	改善			
6万円 11反 12反 11反 6反	△ △ △ △ △	1086	502	1	1	1	5360	489	2063	2660	21136	4547	20368	51127	8873						
		1	1	1	1	1	1	1	1.9	5.3	12.0	9.3	1.7	7.2	3.8						
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12.0	3.8						
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.0	2.2						
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.0	2.2						
650時間 900時間 900時間	△ △ △	28	46	55	8	16	39	17	53	243	24	158	27	3.8	158						
		11	11	28	52	32	61	13	20	58	624	120	54	650	900						
		31	31	31	68	32	61	32	58	164	444	231	231	900	900						
		31	31	31	68	32	61	32	58	164	444	231	231	900	900						
		31	31	31	68	32	61	32	58	164	444	231	231	900	900						
純		3847	4242	4000	7962	6763	6595	6769	27310	7304	22482	61333	11507	103778	純収益	302326					
2万円 7反 7反 7反 2反	△ △ △ △ △	1086	502	1	1	1	5360	489	2063	2660	12446	4288	20000	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	7.0	7.0	7.0	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	7.0	7.0	7.0	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	7.0	7.0	7.0	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	7.0	7.0	7.0	0.8							
450時間 650時間 500時間	△ △ △	28	46	55	8	16	39	17	53	243	14	114	31	438	1.2						
		11	11	28	52	32	61	13	20	58	364	224	71	631	13						
		31	31	31	68	32	61	32	58	192	259	49	500	49	49						
		31	31	31	68	32	61	32	58	192	259	49	500	49	49						
		31	31	31	68	32	61	32	58	192	259	49	500	49	49						
純		3847	4242	4000	7962	6763	6595	6769	27310	7304	22482	47383	21848	純収益	152062						
1万5千円 5.5反 5.5反 5.5反 1.8反	△ △ △ △ △	1086	512	1	1	1	5360	489	2460	4.9	9246	49	3216	15000	0.6						
		1	1	1	1	1	1	1	1	4.9	5.2	0.3	5.5	5.5	0.6						
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	5.2	0.3	5.5	5.5	0.6						
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	5.2	0.3	5.5	5.5	0.6						
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	5.2	0.3	5.5	5.5	0.6						
370時間 520時間 400時間	△ △ △	28	46	56	8	16	39	17	225	225	10	2	0.6	0.6	1.2						
		11	11	28	52	32	61	13	20	54	270	16	86	350	20						
		31	31	31	68	32	61	32	58	152	192	20	173	520	20						
		31	31	31	68	32	61	32	58	152	192	20	173	520	20						
		31	31	31	68	32	61	32	58	152	192	20	173	520	20						
純		3847	4242	4000	7962	6763	6595	6769	27310	20786	41402	2029	660	36553	16386	純収益	117410				
9千円 4反 4反 4反 4反	△ △ △ △ △	1086	502	1	1	1	5360	489	1606	3.2	3128	4289	9000	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	3.2	4.0	4.0	4.0	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	4.0	4.0	4.0	4.0	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	4.0	4.0	4.0	4.0	0.8							
		1	1	1	1	1	1	1	1	4.0	4.0	4.0	4.0	0.8							
350時間 490時間 480時間	△ △ △	28	46	56	8	16	39	17	1606	1606	2	2	0.8	0.8	0.8						
		11	11	28	52	32	61	13	20	54	270	16	86	350	20						
		31	31	31	68	32	61	32	58	152	192	20	173	520	20						
		31	31	31	68	32	61	32	58	152	192	20	173	520	20						
		31	31	31	68	32	61	32	58	152	192	20	173	520	20						
純		3847	4242	4000	7962	6763	6595	6769	27310	20786	41402	2029	660	36553	16386	純収益	117410				

※ 利用量、残量、純収量の数値と配分結果合計とが多少相異してゐるのは計算中数字を四捨五入した結果の誤差であり訂正せずそのままにしておいた。

を設定する。構造マトリックスの形で整理されたそれぞれのモデルは第13表で示される。註⁹⁾

今大農のモデルを例題として、このマトリックスを簡単に説明しよう。

$$f(x) = 3847x_1 + 4242x_2 + 4000x_3 + 7962x_4 + 6763x_5 + 6595x_6 + 7679x_7 + 27310x_8 \cdots (1)$$

(1)式は純収益表である。 $x_1 x_2 \cdots x_8$ は各プロセスの生産水準であつて、ここでは“どの位作付けるか”すなわち作付反別で表現する。プロセスは稲の改善・中間・慣行法から小麦(改善・慣行)、大豆(改善・慣行)及び馬鈴薯作まで($P_1 P_2 \cdots P_8$)の8通りある。(1)式はこれら各プロセスの生産水準($x_1 x_2 \cdots x_8$)をどのようにきめた時に、 $f(x)$ を最大にすることが出来るかを示す式である。しかしこの計画を実行するためには、各プロセスの生産要素について次のような制限がある。

$$\begin{aligned} 60,000 &\geq 1086x_1 + 502x_2 + 502x_3 + 1778x_4 + 782x_5 + 489x_6 + 5360x_8 & (i) \\ 11 &= x_1 + x_2 + x_3 + x_8 & (ii) \\ 12 &= x_4 + x_5 & (iii) \\ 11 &= x_6 + x_7 & (iv) \\ 6 &\geq x_8 & (v) \\ 650 &\geq 28x_1 + 46x_2 + 55x_3 + 2x_4 + 8x_5 + 17x_6 + 16x_7 + 39x_8 & (vi) \\ 900 &\geq 11x_1 + 11x_2 + 28x_3 + 52x_4 + 52x_5 + 13x_6 + 32x_7 + 9x_8 & (vii) \\ 900 &\geq 31x_1 + 31x_2 + 31x_3 + 37x_4 + 68x_5 + 61x_8 & (viii) \end{aligned} \quad (2)$$

(2)は制限表である。このうち(i)式は投下流動資本についてのもので、この農家は6万円の範囲内で、上記対象作物への流動資本投下の合理的配分をきめなければ

ならないことを意味している。次の4式は土地についてのもので、(ii)は作られる稲・馬鈴薯の作付反別で11反とする。土地は過不足なく利用されるとして等号で示す。輪作の関係から小麦(iii)、大豆(iv)も(ii)と同じであり、何れも等号で示してある。(v)は馬鈴薯の導入限界を土地について表わしたもので、稲の減反可能反別である。最後の3式は労働利用についての制限条件であつて、上から春季(vi)、夏季(vii)、秋季(viii)の順に書いてある。

さて(1)・(2)式の意味するところはこうである。つまり(2)式の制限条件のもとで、変数 $x_1 x_2 \cdots x_8$ がいかなる値をとる時に(1)式が最大の収益をあげるかということである。この解を求めるために、先ず処分のプロセス(disposal processes)を入れて(2)式を等号に書きかえシンプレックス判別法によつて計算する。

以下中農・小農の構造マトリックスについてもこれに準じて考えてよい。

註⁸⁾ われわれの抽出したプロセスは、大きい農家に偏っているかもしれない。中小農では違つたベクトルを持つ技術体系があるかも知れないが、改善法の導入を問題にしている今はそれを不問に附して差支えない。

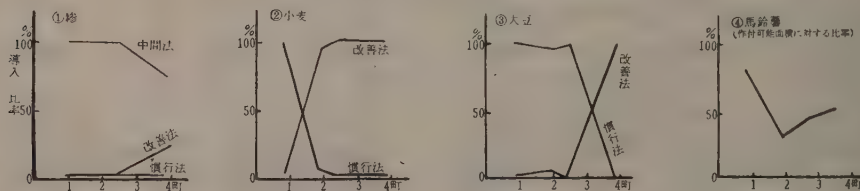
註⁹⁾ われわれは改善法の導入を典型的な2年3作部門について考察する。従つて算出した諸数値もこの部門についてのものである。なお価格は昭和30年をとつた。

2. 適用結果 註¹⁰⁾

1) 考察

適用の結果は第13表の右側の通りである。第14図は各プロセスの配分比率(つまり改善法の導入比率)を、規模別作物別に相対的に比較したものである。

第14図 規模別に見た各プロセスの配分図



i) 改善法が全体的に採り入れられるのは比較的規模の大きい農家、ここでは大農である。

ii) 小麦の改善法は全般的に浸透すると考えられるが、小農では流動資本の制約から採り入れられていない。これは資金に余裕があれば小農にも充分浸透し得る

と考えられる。

iii) 稲の技術では中間法が一般に採り入れられる。しかし大農では幾分善法が浸透する。これは大農にとつては流動資本の制限よりも、労力利用の面での合理化作用が強く働くからであろう。

iv) 大豆でも改善法が採り入れられるのは大農である。他の農家ではほぼ慣行法にとどまる。これは稈の中間法と同じく、大豆ではまだ慣行法で行った方が収益が高いからであろう。大農が改善法をとり入れるのは稈の場合と同様な理由からである。

v) 馬鈴薯は何れも作付可能限界までは採り入れられない。これは資本・労働の制限が働くからであろうし、特に大農では労力利用面からの制約がある。稈の減反による馬鈴薯作付許容限界は勿論大農が大きく小農は小さい。また導入絶対面積も大農が大きいが、導入比率は中農は低くなっている。このわけは次のように推測出来る。第11図の土地利用から見て中農では煙草を作付ける農家が多い(選定した中農下の農家は煙草作付農家である)。従つて馬鈴薯作と煙草作との資本・労働両面の競合から、馬鈴薯作の利用量が少くなりこれが馬鈴薯導入比率を低くするのではないか。事実にも則して見ても、この大農の農家は煙草の作付を廃止することによつて馬鈴薯の作付を増やして来た。

農家が適用結果のように、あるいはそれに近い範囲で技術体系を選択するならば註¹¹⁾ 上述の結果は次のように要約される。

a. 稈作では小中大農とも全般的に中間法が浸透し、改善法は大農に僅か採り入れられるだけで、慣行法は姿を消す。

b. 小麦作では中農・大農に改善法は浸透するが、小農では採り入れられない。

c. 大豆作では中農以下には改善法は採り入れられず僅か大農だけに浸透する。

従つて全般的に畜力化による改善技術の方向(資本集約・労働節約)に進むのは大農であり次いで中農であるが、小農では中間法を幾分とるくらいでほとんど慣行法からの進展を見せない。しかし以上の技術浸透の結果、個々の作物の労力節約が馬鈴薯の導入に向けられて総収益は増進し、経営全体としては集約化の方向をとる。

註¹⁰⁾ E.O. Headyによれば Linear programming の経営問題への適用は、主として large scale つまり whole farm の問題として部門規模決定に応用される。しかしここでは技術浸透の形態を個別経営内での組合せということではなく、規模間で相対的な比較を行うということに重点を置いている。従つて適用結果の理論値が果してその個別経営にとつて最適であるかどうかの、厳密な意味での規模決定については現在何もいうつもりはない。

註¹¹⁾ 現実農家が果して適用結果のように各技術のプロセスを選択するとは限らない。それは価格変

動も起り得るし、また経営内諸条件のある巾の変動もあり得るからである。しかしわれわれは次のように考える。先ずこの大農(われわれが考察して来た対象農家である)の適用結果による配分比率と、先の第1図の4カ年を経過した後の実際の浸透比率を比較すると次の通りである。

第14表 理論値と最終年の実際値との比較
(技術導入農家)

	稈			小麦		大豆		
	改善	中間	慣行	改善	慣行	改善	中間	慣行
理論値	36%	74%	0%	100%	0%	84%	—	16%
実際値(30年)	33	56	11	100	0	56	44	0

勿論その配分比率は同じではない。けれどもここではその最適組合せを厳密に検討するのが目的ではなく、その比率を知れば足りる。ところで改善法導入以来、この農家が年々の経験と指導によつて次第に自己の経営に適合するように改めていった結果が、4年目の実際値の比率であると考えて良いから、この比率をそれぞれ今後の技術浸透の方向と考えれば、理論値と実際値はかけ離れた方向を示しているとは見られない。これから理論値の諸結果を基準にして、相対的な比較から実際の傾向を論ずることは、それほど大それた試みではないであろう。これは実態観察によつても誤りなく裏づけられるように思われる。従つてこのような仮定に立つ限り、適用結果の基準からはづれた技術選択を行つている農家は、自己の経営に最適な選択を行つていないと考える。

2) 展望

さて以上を総括して一般的には次のように類推することが可能であろう。現在の改善法の収量水準では、それが浸透し得る範囲は、農家が合理的に行動する限り比較的大きな農家に限られてくるであろう。現在の段階では小さい農家は中間法もしくは慣行法に止まっていた方が収益が高い場合もあるので(稈・大豆)、仮りにこの層に改善法が入つているとしても、分析の仮定からすれば“見かけの効果”しか持つていないことになる。すなわち労働粗放・資本集約の改善法は、現在の段階では凡そ2町強から3町以上の農家にとつては、労働節約の効果を持ちながら、土地の総収益を高める作用を持つ。しかしこの層の農家はこの地帯では相対的にそう多くはない。それ以下の農家では改善技術の方向はそれほど強く作用しない。それは節約された労働が価値化される余地が少いし、それに資本・土地(輪作)・自給の点からの制約が併せてある。

なおまた全体的に見て労力利用の面では秋季農繁期の

緩和が、より収益をもたらす上に重要であろう（シンプレックス最終表から）。更に馬鈴薯の導入も飼料作物の導入に伴い、食糧の確保が水田によつて充分なし得る農家では、掘取機の完成によつて秋のピークさえ克服出来れば、移に代つて将来この地帯に拡大していくであろう。と同時に改善法による畜力化が、一層この地帯農家一般に促進されてくることが展望される。

Ⅳ. あ と が き

この報告は技術と経営、技術と社会経済、技術と地域性の三側面から追究している「技術導入に関する研究」のうち、第1の問題を1農家への技術浸透過程を中心として、技術と経営との相互作用を掘下げて見たものである。ここでは各個別経営への技術浸透の形態を、質的に

分析すると同時に量的計測によつて構造的に把握しようとした。すなわち農家に対する新技術の設計、つまり“技術をいかに導入するか”の問題に対して、活動分析の方法を適用することによつて、より明確な形で現象に接近しようとした試みである。いい換えるならばいわゆる“技術と経済との結節点”としての経営を把えるためプロセスの概念を中心とした新接近と考えて頂けたら幸いである。随つてこの報告の目的及び意義は、1営農試験地における畜力化の問題の具体的分析、量的計測への方法的考察も含んでいる。勿論これで最終的に結論づけられたものではなく、更に経営構造相互の結びつきを中心とする部落構造の問題等、社会経済的側面からの質的分析、あるいは函数的把握の方向への量的分析など、積み上げていかねばならない多くの問題を残している。

付 表 調 査 農 家 経 営 要 素 概 況（基礎資料から抜萃）

農家番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
項目		反	反	反	反	反	反	反	反	反	反	反	反	反
経営面積		4.7	9.3	11.0	18.8	19.0	19.3	19.6	21.0	22.0	28.1	28.5	30.9	37.3
水田		1.0	3.5	2.0	2.8	1.5	3.3	2.5	6.0	3.0	4.1	4.0	3.9	6.9
畑		3.7	5.8	9.0	16.0	17.5	16.0	17.1	15.0	19.0	24.0	24.5	27.0	30.4
家族員数		6.0	7.0	9.0	9.0	11.0	7.0	13.0	6.0	11.0	10.0	6.0	9.0	9.0
労働員数(換算)		2.0	4.0	3.5	4.0	5.0	3.5	4.0	2.5	5.0	3.5	3.0	4.0	4.0
兼業		0	0											
大家畜		役肉牛1 乳牛2	役肉牛1 乳牛2	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1	役肉牛1 馬1 役牛1
作付		3.0	3.5	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	5.0	7.0	10.0	8.0	10.3
麦		3.0	4.5	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	10.0	7.0	12.8
大豆		3.0	4.5	3.5	5.0	5.0	5.5	6.0	6.0	5.0	6.0	10.0	7.0	11.2
馬鈴薯		0.7	0.2	1.6	0.2	1.0	0.2	0.1	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	3.1
煙草作付有無					0	0.8	0	0.8	0	0.5			0	0.7
リンゴ作付有無						0					0	0		0
被雇働の状況		被	被	被	被	被	被	被	被	被	被	被	被	被
時期別利用可能労働量(雇働労働確保量も含む)														
春夏		← 350 →			← 370 →			← 450 →			← 650 →			
夏季		← 490 →			← 520 →			← 650 →			← 900 →			
秋季		← 480 →			← 400 →			← 500 →			← 900 →			
上記作物投下流動資金														
		4,660	6,811	9,420	12,840	7,300	16,320	5,352	21,863	19,750	15,294	36,222	31,880	60,000
馬鈴薯作付限度, 稼の自給比率														
		100%	100%	100%	100%	100%	66%	70%	60%	70%	50%	44%	13%	22%

※ 以上の諸数値は何れも技術導入当初（昭28）の調査資料による。価格は昭和30年をとる。

しかし一応の締めくくりとして報告を取纏めた次第であつて、大方の御意見・御叱正を賜われれば幸いである。

引用文献

- 1) CHARNES, A., W.W. COOPER AND A. HENDERSON, 1953, An Introduction to Linear Programming.
- 2) 磯辺秀俊. 1955. 農業経営.
- 3) 岩手県立農業試験場. 1952~1955. 晴山営農試験地事業計画書, 同成績書.
- 4) 神谷慶治. 1956. 農村の強みと弱み.
- 5) 川原仁左工門. 1940. 岩手県における畑作生産力

の展開. 帝国農会報. 30 : 11.

- 6) 西垣一郎・鈴木福松. 1952. 寒冷地畑作経営における労力利用と作物編成. 東北農試研究報告. 2 : 67~93.
- 7) 西垣・西村・鈴木. 1954. 岩手県における畑地利用の考察. 東北農試経営部研究報告 第6号
- 8) R・ドーフマン, 小宮隆太郎訳. 1951. リニヤープログラミングその理論と企業への適用.
- 9) 鈴木福松. 1952. 岩手県の土地利用と養畜形態. 東北農試経営部報告 第1号.
- 鈴木福松. 1956~1957. 総合技術の効果確認方法に関する研究. 農業技術協会.

Résumé

Improved techniques of farming are not always acceptable to every farm in identical manners.

Adaptation should be made to respective types of farms and regions.

This study is to find the processes and effects of technical improvements applied to a group of test farms.

The test farms at Haruyama located on a self-sufficient upland region in Iwate prefecture were selected for a sample of this study.

The "improved methods" employed in this study were as follows :

1. The horse-labor farming was substituted for customary hand-labor farming.
2. Potato was introduced to improve the rotation system where 2 years' rotation of barnyardmillet-wheat-soybean was customary.
3. Seven cultivating methods of main crops (barnyardmillet, wheat and soybean) were improved as to manuring, sowing, etc..

Application of "Linear Programming", a new trial in this field, was considered in this study and investigation was made to find out several "process" of techniques, i. e. "improved methods", "customary methods", etc., and also to find input-output relation and its coefficient in respective technical "processes" of main crops. It was noted that the improved methods were capital-intensive and labor-extensive, contrary to the "customary methods". Also, an investigation was made for production elements in several typical farms, such as rotation system, self-sufficiency of food, capital and seasonal labor situation. A relationship, which can be illustrated by use of simultaneous equation, was noted between the "processes" and production elements.

The followings are the conclusion from application of "Linear Programming" :

1. With respect to large-scale farm over 2.5 chô "improved methods" are advantageously applicable to any crop.
2. As to wheat, "improved methods" can be advantageously applied in any farms over 1 chô.
3. As to barnyardmillet, "partially improved methods" are beneficial to any farm.
4. With respect to medium-scale farms growing tobacco, acreage of potato tends to be limited.

昭和33年 3 月 5 日印刷
昭和33年 3 月10日発行

編集兼発行者

東北農業試験場
盛岡市下厨川

印刷所

株式会社 杜陵印刷
盛岡市松尾前57
TEL 5261~3

